



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TE141599**

**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING HUMAN MACHINE INTERFACE* (HMI), JARINGAN *WIRELESS BULLET M5HP*, DAN FIBER OPTIK UNTUK OTOMATISASI TERPUSAT *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC) LOKAL PADA PABRIK TUBAN 1 PT SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK**

Deby Helma Putra Hasyim  
NRP 2212100173

Dosen Pembimbing  
Ir. Rusdhianto Effendie A. K., M.T.  
Ir. Joko Susila, M.T.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**FINAL PROJECT - TE141599**

***THE DESIGN OF MONITORING SYSTEM HUMAN  
MACHINE INTERFACE (HMI), WIRELESS BULLET M5HP  
NETWORK, AND FIBER OPTIC FOR CENTRALIZED  
AUTOMATION LOCAL PROGRAMMABLE LOGIC  
CONTROLLER (PLC) IN TUBAN 1 FACTORY PT SEMEN  
INDONESIA (PERSERO) TBK***

Deby Helma Putra Hasyim  
NRP 2212100173

Supervisors  
Ir. Rusdhianto Effendie A. K., M.T.  
Ir. Joko Susila, M.T.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)*, JARINGAN *WIRELESS BULLET M5HP*, DAN FIBER OPTIK UNTUK OTOMATISASI TERPUSAT *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)* LOKAL PADA PABRIK TUBAN I PT SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Pada**

**Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan  
Jurusan Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. Rusdhianto Effendie A.K., M.T.**

**NIP. 19570424 198502 1 001**

**Ir. Joko Susila, M.T.**

**NIR. 19660606 199102 1 001**



**PERANCANGAN SISTEM *MONITORING HUMAN MACHINE INTERFACE* (HMI), JARINGAN *WIRELESS BULLET M5HP*, DAN FIBER OPTIK UNTUK OTOMATISASI TERPUSAT *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER* (PLC) LOKAL PADA PABRIK TUBAN 1 PT SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK**

**Nama** : Deby Helma Putra Hasyim  
**Pembimbing I** : Ir. Rusdhianto Effendie A. K., M.T.  
**Pembimbing II** : Ir. Joko Susila, M.T.

**ABSTRAK**

*Plant OK Mill FLSmidth* adalah jenis *Vertical Roller Mill* yang digunakan dalam proses penggilingan dan pengeringan bahan baku pada proses produksi semen Pabrik Tuban 1 & 2 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. *Plant OK Mill FLSmidth* dibagi menjadi tiga (3) subsistem, yaitu *Rollers Lubrication* (540RL1), *Gears Lubrication* (540GL1), dan *Hydraulics System* (540HS1). *Plant OK Mill FLSmidth*, *Plant Water Treatment* TB1&2, dan kantor Pemeliharaan Instrumen dan Sistem Kontrol (PISK) TB1&2 belum terhubung dengan *Central Control Room* (CCR) TB1&2 sehingga diperlukan rancang bangun komunikasi Fiber Optik dan *Wireless Bullet M5HP* dengan menggunakan protokol komunikasi EtherNet TCP/IP. Selain itu, dibutuhkan rancang bangun *Human Machine Interface* (HMI) setiap subsistem *Plant OK Mill FLSmidth* dengan menggunakan *software* Factory Talk View Rockwell. Rancang bangun komunikasi diuji dengan *ping test* dan mendapatkan *time latency* kurang dari 4 *milliseconds*. Untuk menguji transmisi paket data dengan menggunakan *Remote Desktop Protocol* (RDP). Sedangkan untuk menguji HMI dengan *matching tag address* PLC CompactLogix 1769-L32E.

**Kata Kunci:** OK Mill FLSmidth, CCR TB1&2, *Water Treatment* TB1&2, PISK TB1&2, Fiber Optik, *Wireless Bullet M5HP*, HMI, FTVIEW.

**THE DESIGN OF MONITORING SYSTEM HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI), WIRELESS BULLET M5HP NETWORK, AND FIBER OPTIC FOR CENTRALIZED AUTOMATION LOCAL PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) IN TUBAN 1 FACTORY PT SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK**

**Name** : Deby Helma Putra Hasyim  
**1<sup>st</sup> Supervisor** : Ir. Rusdhianto Effendie A. K., M.T.  
**2<sup>nd</sup> Supervisor** : Ir. Joko Susila, M.T.

**ABSTRACT**

OK Mill FLSmidth Plant is a type of Vertical Roller Mill used in the process of grinding and drying of raw materials in the production process of Tuban 1 & 2 Factory PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. OK Mill FLSmidth Plant is divided into three (3) sub-systems, namely the Rollers Lubrication (540RL1), the Gears Lubrication (540GL1), and the Hydraulics System (540HS1). OK Mill FLSmidth Plant, Water Treatment TB1&2 Plant, and Pemeliharaan Instrumen dan Sistem Kontrol (PISK) TB1&2 Office has not connected to the Central Control Room (CCR) TB1&2 so that required design of communications Fiber Optic and Wireless Bullet M5HP communication using EtherNet TCP/IP protocols. In addition, other required architecture is design of Human Machine Interface (HMI) every subsystem OK Mill FLSmidth Plant by using a software Factory Talk View Rockwell. The communication architectures were tested with ping test and get the time latency less than 4 milliseconds. To test the data packet transmission by using the Remote Desktop Protocol (RDP). As for testing the HMI with matching tags address CompactLogix PLC 1769-L32E.

**Keywords:** OK Mill FLSmidth, CCR TB1&2, Water Treatment TB1&2, PISK TB1&2, Fiber Optik, Wireless Bullet M5HP, HMI, FTVIEW.





## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penelitian Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam ditujukan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi Penulis.

Pada Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Strata-1 (S1) pada Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

**“Perancangan Sistem *Monitoring Human Machine Interface (HMI)*, Jaringan *Wireless Bullet M5HP*, dan *Fiber Optik* untuk Otomatisasi Terpusat *Programmable Logic Controller (PLC)* Lokal pada Pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk”**

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, Penulis memperoleh banyak bantuan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu dan Ayah serta segenap keluarga besar tercinta yang telah memberikan dukungan, dorongan moral, materi, dan doa yang tiada henti.
2. Bapak Ir. Rusdhianto Effendie A. K., M.T. dan Bapak Ir. Joko Susila, M.T. selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran memberikan arahan dan bimbingan serta berbagai penugasan yang menjadikan Tugas Akhir ini semakin berkembang.
3. Bapak Moch. Munif, S.T. selaku *engineer* sekaligus pembimbing lapangan selama penelitian Tugas Akhir di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk yang telah membantu dalam mengidentifikasi *Plant OK Mill FLSmidth*.
4. Bapak Setyo Andi Kurniawan, S.T. dan karyawan *Workshop Pabrik Tuban 1 & 2 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk* yang ikut turut membantu dalam penelitian Tugas Akhir.
5. Rekan-rekan dan berbagai pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu kelancaran pelaksanaan penelitian Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa pengerjaan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu Penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat pada Buku Tugas Akhir ini. Semoga Tugas

Akhir ini dapat memberikan manfaat dalam pengembangan dunia ilmu pengetahuan dan teknologi.

Surabaya, Januari 2016

Penulis



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	v
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxv
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	 <b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metodologi .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
1.7 Relevansi .....	6
 <b>BAB 2 DASAR TEORI</b> .....	 <b>7</b>
2.1 <i>Distributed System Control</i> (DCS) .....	7
2.2 Komunikasi Data dan Jaringan .....	9
2.2.1 Komunikasi .....	9
2.2.2 Komunikasi Data.....	13
2.2.3 Jaringan Komunikasi Data .....	14
2.2.4 Jaringan <i>Local Area Network</i> (LAN).....	16
2.2.5 Protokol dan Arsitektur Protokol .....	17
2.3 Komunikasi Fiber Optik.....	19
2.3.1 Kabel Fiber Optik.....	20
2.3.2 Serabut Otot Kabel.....	21
2.3.3 Desain <i>Buffer</i> -Rapat .....	22
2.3.4 Kerusakan Mekanis .....	23
2.3.5 <i>Splicing</i> Fiber Optik .....	25
2.3.6 Terminasi Fiber Optik .....	26
2.3.7 Spesifikasi Kabel Tipikal .....	26
2.3.8 Keunggulan Fiber Optik.....	27
2.3.9 Konektor.....	29

2.3.10	Parameter-parameter Konektor.....	30
2.4	Komunikasi <i>Wireless</i> .....	32
2.4.1	Perancangan Jaringan Fisik .....	33
2.4.2	Jaringan Nirkabel 802.11 .....	35
2.5	Model Protokol Komunikasi TCP/IP .....	36
2.6	<i>Piping and Instrumentation Diagrams</i> (P&ID).....	38
2.6.1	Sinyal dan <i>Product Flow</i> .....	38
2.6.2	Simbol Instrumen.....	39
2.6.3	Simbol Elemen Proses dan Aktuator .....	40
2.6.4	Kode Identifikasi .....	41
2.7	<i>Plant OK Mill FLSmidth</i> .....	42
2.7.1	Subsistem <i>Plant OK Mill FLSmidth</i> .....	44
2.7.1.1	Subsistem Lubrikasi <i>Rollers 540RL1</i> .....	45
2.7.1.2	Subsistem Lubrikasi <i>Gears 540GL1</i> .....	45
2.7.1.3	Subsistem Hidrolis <i>540HS1</i> .....	46
2.7.2	Prinsip Kerja <i>Plant OK Mill FLSmidth</i> .....	47
2.8	<i>Software FactoryTalk View Machine Edition v7.00</i> .....	51
2.9	<i>Software Pro-face GP-Pro EX HMI v4.00</i> .....	52

### **BAB 3 RANCANG BANGUN KOMUNIKASI DAN *HUMAN MACHINE INTERFACE* .....**

3.1	Definisi Kebutuhan.....	53
3.1.1	Survey Kebutuhan .....	54
3.1.2	Alasan Kebutuhan.....	55
3.1.3	Perumusan Misi .....	56
3.1.4	Perumusan Fungsi.....	57
3.1.5	Prioritisasi Fungsi .....	57
3.1.6	Kelayakan .....	58
3.2	Perancangan Awal .....	59
3.2.1	Koneksi <i>Plant</i> dengan CCR TB 1&2 .....	59
3.2.2	Arsitektur Komunikasi .....	61
3.2.3	Identifikasi Komponen Fiber Optik.....	62
3.2.3.1	Kabel Fiber Optik Nexans HD LSZH .....	62
3.2.3.2	PLC CompactLogix 1769-L32E.....	63
3.2.3.3	Allen-Bradley 1783-ETAP2F <i>Switch</i> .....	63
3.2.3.4	Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC <i>Rail Switch</i> .....	64
3.2.3.5	Hirschmann SPIDER II 8TX.....	65
3.2.3.6	Hirschmann Mach102-8TP.....	65
3.2.3.7	3M Hot Melt Kit Fiber Termination 230V.....	65

3.2.4	Identifikasi Komponen <i>Wireless</i> .....	66
3.2.4.1	Ubiquiti Network Bullet M5HP .....	66
3.2.4.2	Hyperlink <i>Wireless Omnidirectional Antenna</i> HG5812U-PRO .....	66
3.2.4.3	Hyperlink <i>Wireless Directional Antenna</i> HG5827EG .....	67
3.3	Perancangan Detail .....	67
3.3.1	Perancangan Modul dan Instrumen .....	68
3.3.2	Pemetaan ( <i>Mapping</i> ) Alamat IP .....	76
3.3.2.1	Pengalamatan <i>Internet Protocol (IP)</i> .....	76
3.3.2.2	Pengalamatan <i>Subnet Mask</i> .....	78
3.3.2.3	Pengalamatan <i>Default Gateway</i> .....	80
3.3.3	Konfigurasi <i>Wireless Bullet M5HP</i> .....	80
3.3.3.1	<i>Setting Up</i> Bullet M5HP .....	80
3.3.3.2	Konfigurasi <i>Wireless</i> .....	86
3.3.3.3	Konfigurasi Fitur <i>AirMAX</i> .....	91
3.3.3.4	Konfigurasi <i>Network</i> .....	93
3.3.3.5	Konfigurasi <i>System</i> .....	98
3.4	Realisasi .....	99
3.4.1	Realisasi Komunikasi Fiber Optik .....	100
3.4.2	Realisasi Komunikasi <i>Wireless</i> .....	110
3.4.3	Realisasi <i>Human Machine Interface Plant OK Mill</i> FLSmidth .....	116
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>125</b>
4.1	Pengujian Jaringan Komunikasi .....	125
4.2	Pengujian <i>Human Machine Interface</i> .....	132
4.3	Kuesioner Kepuasan Rancang Bangun .....	133
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>		<b>135</b>
5.1	Kesimpulan .....	135
5.2	Saran .....	136
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>137</b>
<b>LAMPIRAN A</b>		
<i>Flow Chart Design Project</i> .....		A1



## **LAMPIRAN B**

E.1	Kabel Fiber Optik Nexans HD LSZH .....	B1
E.2	PLC CompactLogix 1769-L32E.....	B2
E.3	Allen-Bradley 1783-ETAP2F <i>Switch</i> .....	B3
E.4	Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC <i>Rail Switch</i> .....	B3
E.5	Hirschmann SPIDER II 8TX.....	B4
E.6	Hirschmann Mach102-8TP.....	B4
E.7	3M Hot Melt <i>Kit Fiber Termination</i> 230V.....	B5

## **LAMPIRAN C**

F.1	Ubiquiti Network Bullet M5HP .....	C1
F.2	Hyperlink <i>Wireless Omnidirectional Antenna</i> HG5812U-PRO.....	C2
F.3	Hyperlink <i>Wireless Directional Antenna</i> HG5827EG .....	C3

## **LAMPIRAN D**

D.1	Jaringan Komunikasi <i>Control Room</i> 1 Pabrik Tuban 1....	D1
D.2	Jaringan Komunikasi <i>Control Room</i> 2 Pabrik Tuban 2....	D3
D.3	Jaringan Komunikasi <i>Central Control Room</i> Pabrik Tuban 1&2 .....	D5

## **LAMPIRAN E**

E.1	<i>Flow Sheet Rollers Lubrication</i> OK Mill FLSmidth .....	B1
E.2	<i>Flow Sheet Gears Lubrication</i> OK Mill FLSmidth .....	B3
E.3	<i>Flow Sheet Hydraulics System</i> OK Mill FLSmidth.....	B5

## **LAMPIRAN F**

F.1	<i>Block Diagram Rollers Lubrication</i> OK Mill FLSmidth .....	F1
F.2	<i>Block Diagram Gears Lubrication</i> OK Mill FLSmidth ...	F9
F.3	<i>Block Diagram Hydraulics System</i> OK Mill FLSmidth ...	F12

## **LAMPIRAN G**

G.1	<i>Alarm Rollers Lubrication</i> OK Mill FLSmidth.....	G1
G.2	<i>Alarm Gears Lubrication</i> OK Mill FLSmidth.....	G7
G.3	<i>Alarm Hydraulics System</i> OK Mill FLSmidth .....	G20



## **LAMPIRAN H**

E.1	<i>List Tag Address Sub Control System LU_OK_11 .....</i>	H1
E.2	<i>List Tag Address Sub Control System GS_OK_12 .....</i>	H16
E.3	<i>List Tag Address Sub Control System HY_OK_10 .....</i>	H20

## **LAMPIRAN I**

<i>Matching Tag Address PLC Plant OK Mill FLSmidth .....</i>	I1
--	----

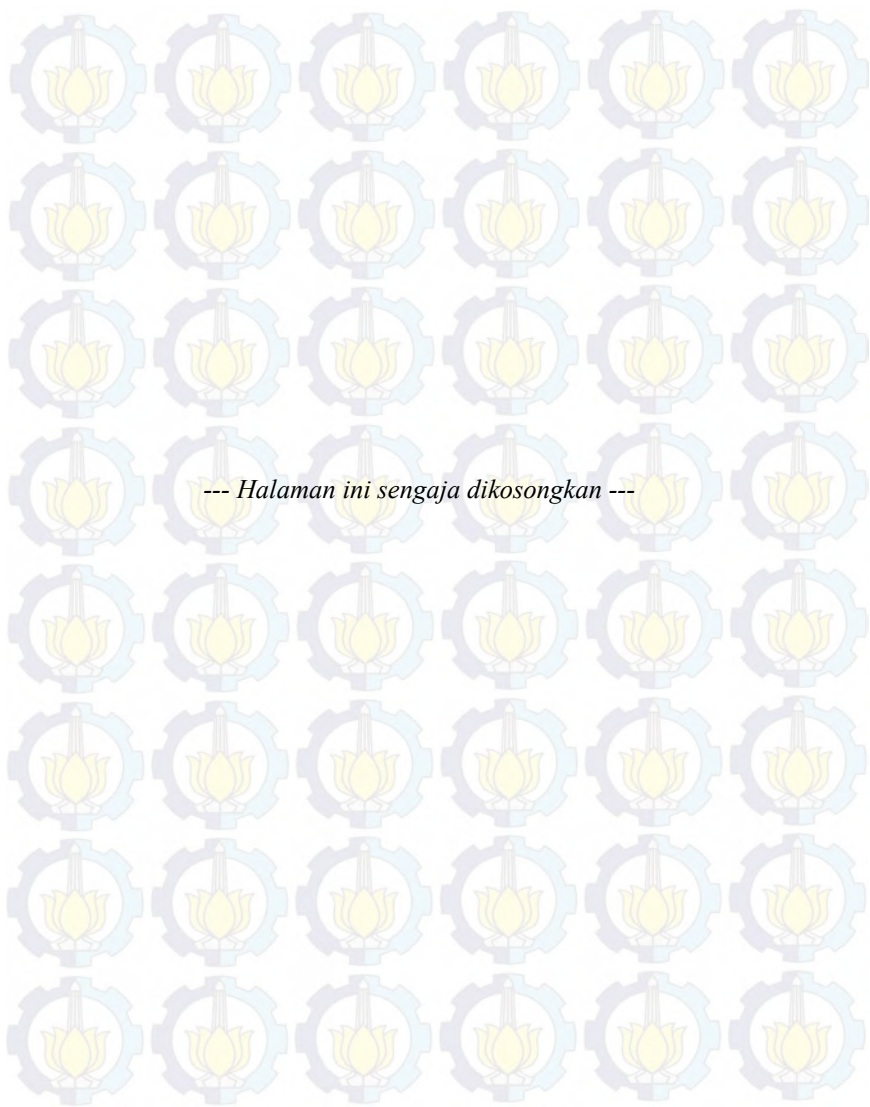
## **LAMPIRAN J**

Kuesioner Penelitian Tugas Akhir .....	J1
--	----

## **LAMPIRAN K**

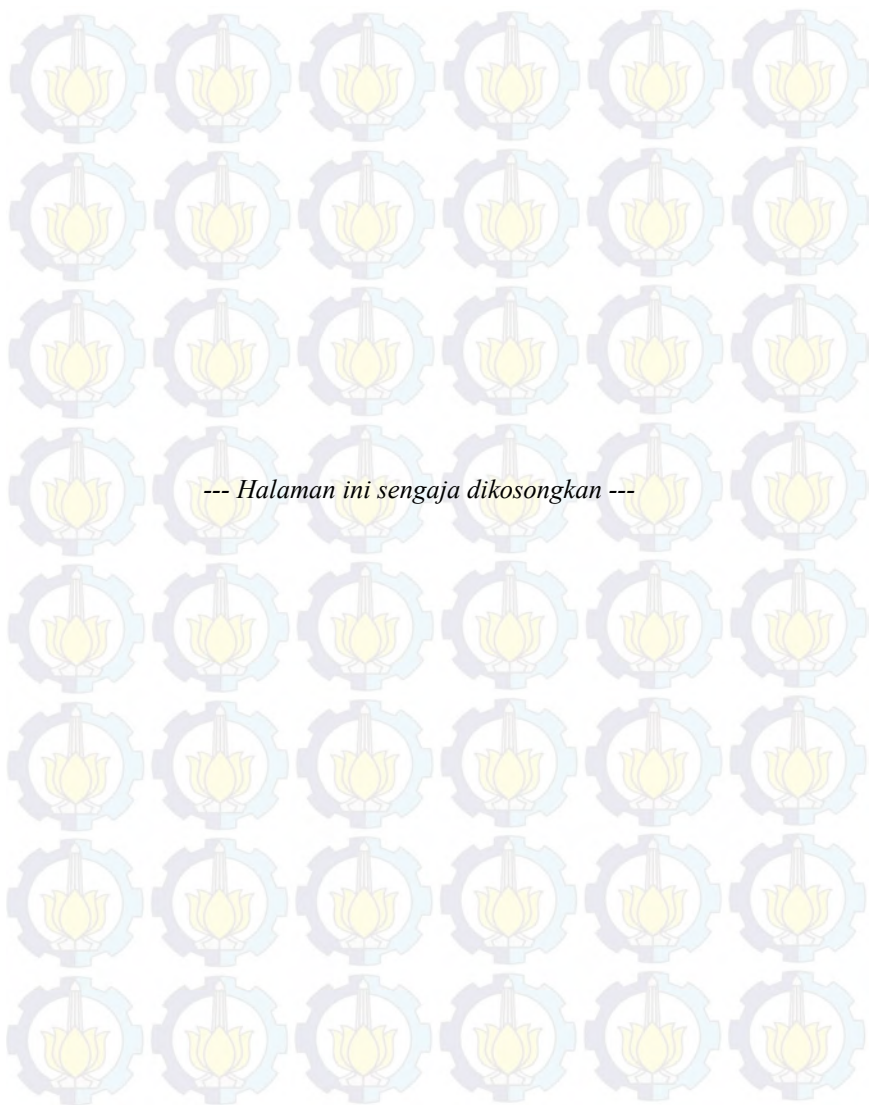
K.1	Kegiatan Konfigurasi <i>Transceiver Wireless</i> Bullet M5HP .....	K1
K.2	Kegiatan Pengambilan Data <i>Display Interface</i> HMI Pro-face OK <i>Mill</i> FLSmidth.....	K2
K.3	Kegiatan Terminasi Konektor Kabel Fiber Optik.....	K3

<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>139</b>
----------------------------	------------



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Spesifikasi Kabel dalam Ruang Ringan ( <i>Indoor</i> )...	26
<b>Tabel 2.2</b>	Spesifikasi Kabel Tanam Langsung ( <i>Outdoor</i> ).....	27
<b>Tabel 2.3</b>	Lapisan Model TCP/IP .....	37
<b>Tabel 2.4</b>	P&ID – Simbol Sinyal dan <i>Product Flow</i> .....	38
<b>Tabel 2.5</b>	P&ID – Simbol Instrumen.....	40
<b>Tabel 2.6</b>	P&ID – Simbol Elemen Proses dan Aktuator .....	40
<b>Tabel 2.7</b>	P&ID – Kode Identifikasi.....	41
<b>Tabel 3.1</b>	Pengalaman IP .....	77
<b>Tabel 3.2</b>	Penggolongan Standar <i>Subnet Mask</i> .....	79
<b>Tabel 3.3</b>	Konfigurasi Menu <i>Wireless</i> pada Bullet M5HP .....	90
<b>Tabel 3.4</b>	Konfigurasi Menu <i>AirMAX</i> pada Bullet M5HP .....	92
<b>Tabel 3.5</b>	Konfigurasi Menu <i>Network</i> pada Bullet M5HP .....	96
<b>Tabel 4.1</b>	Hasil Pengisian Kuesioner Responden PT Semen Indonesia (Persero) Tbk .....	134





## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Skema Komunikasi.....	10
<b>Gambar 2.2</b>	Skema Komunikasi Data .....	13
<b>Gambar 2.3</b>	Model Jaringan Sederhana.....	15
<b>Gambar 2.4</b>	Arsitektur Sederhana untuk <i>Transfer File</i> .....	19
<b>Gambar 2.5</b>	Protokol pada Arsitektur Sederhana .....	19
<b>Gambar 2.6</b>	Bagan Lengkap Fiber Optik .....	20
<b>Gambar 2.7</b>	Ukuran Garis Tengah Lapisan <i>Buffer Primer</i> .....	20
<b>Gambar 2.8</b>	Desain <i>Buffer-Rapat</i> .....	22
<b>Gambar 2.9</b>	Varian Kabel <i>Buffer-Rapat</i> .....	22
<b>Gambar 2.10</b>	Kabel Fiber Optik Ringan Dalam-Ruangan ( <i>Indoor</i> ).....	23
<b>Gambar 2.11</b>	Salah Satu Bentuk Pelindung Lokal .....	24
<b>Gambar 2.12</b>	Kabel Luar-Ruangan ( <i>Outdoor</i> ) untuk Ditanam Langsung.....	24
<b>Gambar 2.13</b>	Contoh Adaptor Optik .....	29
<b>Gambar 2.14</b>	Sebuah Sambungan <i>Point-to-Point</i> .....	33
<b>Gambar 2.15</b>	Pusat VSAT Berbagi dengan Banyak Situs Jauh .	34
<b>Gambar 2.16</b>	Sebuah <i>Multipoint-to-Multipoint Mesh</i> .....	34
<b>Gambar 2.17</b>	Perbedaan Dasar Jaringan <i>Access Point</i> dengan <i>Ad-hoc</i> .....	36
<b>Gambar 2.18</b>	Komponen OK <i>Mill FLSmidth</i> .....	42
<b>Gambar 2.19</b>	Bagian-bagian OK <i>Mill FLSmidth</i> .....	43
<b>Gambar 2.20</b>	Subsistem 540RL1 .....	45
<b>Gambar 2.21</b>	Subsistem 540GL1 .....	46
<b>Gambar 2.22</b>	Subsistem 540HS1 .....	47
<b>Gambar 2.23</b>	Skema Proses Subsistem 540RL1 .....	48
<b>Gambar 2.24</b>	Skema Proses Subsistem 540GL1 .....	49
<b>Gambar 2.25</b>	Skema Proses Subsistem 540HS1 .....	50
<b>Gambar 2.26</b>	FactoryTalkView Rockwell v7.00.....	51
<b>Gambar 2.27</b>	Pro-face GP-ProEX v4.00 .....	52
<b>Gambar 3.1</b>	Tahapan Perancangan Komunikasi.....	53
<b>Gambar 3.2</b>	Gambar Langkah Mendefinisikan Kebutuhan.....	54
<b>Gambar 3.3</b>	Tahapan Perancangan Awal .....	59
<b>Gambar 3.4</b>	Konsep Koneksi <i>Plant OK Mill FLSmidth</i> dengan CCR TB1&2 .....	60
<b>Gambar 3.5</b>	Konsep Koneksi <i>Plant Water Treatment TB1&amp;2</i> dan Kantor PISK TB1&2 dengan CCR TB1&2...	61

<b>Gambar 3.6</b>	Kabel Fiber Optik Nexans HD LSZH_I-VHH.....	62
<b>Gambar 3.7</b>	PLC CompactLogix 1769-L32E <i>Plant OK Mill</i> FLSmdth.....	63
<b>Gambar 3.8</b>	Allen-Bradley 1783-ETAP2F <i>Switch CCR</i> TB1&2.....	64
<b>Gambar 3.9</b>	Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC <i>Rail Switch</i> .....	64
<b>Gambar 3.10</b>	Hirschmann SPIDER II 8TX.....	65
<b>Gambar 3.11</b>	Hyperlink <i>Wireless Omnidirectional Antenna</i> HG5812U-PRO .....	66
<b>Gambar 3.12</b>	Hyperlink <i>Wireless Directional Antenna</i> HG5827EG .....	67
<b>Gambar 3.13</b>	<i>Flowchart</i> Perancangan Detail.....	68
<b>Gambar 3.14</b>	Pola Radiasi Hyperlink <i>Wireless Omnidirectional</i> <i>Antenna</i> HG5812U-PRO .....	72
<b>Gambar 3.15</b>	Pola Radiasi Hyperlink <i>Wireless Directional</i> <i>Antenna</i> HG5827EG .....	73
<b>Gambar 3.16</b>	Rancang Bangun Komunikasi Fiber Optik <i>Plant</i> <i>OK Mill</i> FLSmdth dan CCR TB1&2 .....	73
<b>Gambar 3.17</b>	Rancang Bangun Komunikasi <i>Wireless Plant OK</i> <i>Mill</i> FLSmdth dan CCR TB1&2 .....	74
<b>Gambar 3.18</b>	Rancang Bangun Komunikasi <i>Wireless Plant</i> <i>Water Treatment</i> TB1&2 dan CCR TB1&2 .....	75
<b>Gambar 3.19</b>	Rancang Bangun Komunikasi <i>Wireless Plant</i> <i>Water Treatment</i> TB1&2 dan CCR TB1&2 .....	75
<b>Gambar 3.20</b>	<i>Flowchart Mapping</i> IP .....	76
<b>Gambar 3.21</b>	<i>Flowchart</i> Konfigurasi Ubiquiti Network Bullet M5HP .....	80
<b>Gambar 3.22</b>	<i>Transceiver</i> Bullet M5HP .....	81
<b>Gambar 3.23</b>	Instrumen Bullet M5HP dan PoE <i>Adapter</i> .....	81
<b>Gambar 3.24</b>	Pemasangan Komponen Bullet M5HP.....	82
<b>Gambar 3.25</b>	Struktur Komponen Dasar Kabel UTP .....	82
<b>Gambar 3.26</b>	Diagram Kabel <i>Straight-Through</i> Model 568B ....	84
<b>Gambar 3.27</b>	Alat yang dibutuhkan untuk Pemasangan Konektor RJ-45 .....	85
<b>Gambar 3.28</b>	<i>Setting Up</i> Ubiquiti Network M5HP .....	85
<b>Gambar 3.29</b>	<i>Setting</i> Alamat IP dan <i>Subnet Mask</i> pada EtherNet <i>Adapter</i> PC .....	86
<b>Gambar 3.30</b>	<i>Firmware</i> Ubiquiti Network Bullet M5HP .....	87
<b>Gambar 3.31</b>	Menu <i>Wireless</i> pada Bullet M5HP.....	89

<b>Gambar 3.32</b>	Menu <i>AirMAX</i> pada Bullet M5HP .....	92
<b>Gambar 3.33</b>	Menu <i>Network</i> pada Bullet M5HP .....	95
<b>Gambar 3.34</b>	Menu <i>System</i> pada Bullet M5HP .....	99
<b>Gambar 3.35</b>	Tahapan Realisasi .....	99
<b>Gambar 3.36</b>	Peralatan Terminasi Konektor Kabel Fiber Optik .....	100
<b>Gambar 3.37</b>	Ilustrasi Kabel Fiber Optik .....	101
<b>Gambar 3.38</b>	<i>Fiber Optic Stripper</i> .....	101
<b>Gambar 3.39</b>	<i>Fiber Optic Micro Strip</i> .....	102
<b>Gambar 3.40</b>	Mantel dan <i>Core</i> Sudah Bersih.....	102
<b>Gambar 3.41</b>	Konektor ST yang Dipanaskan .....	103
<b>Gambar 3.42</b>	Pemasangan Kabel Fiber ke Konektor ST.....	104
<b>Gambar 3.43</b>	Pemotongan Fiber yang Menyembul Keluar .....	104
<b>Gambar 3.44</b>	Pemotong Genggam Fiber Optik.....	104
<b>Gambar 3.45</b>	Pelat Kaca dan Kertas Ampelas.....	105
<b>Gambar 3.46</b>	Getah Epoksi dan Fiber Berlebih yang Muncul di Ujung Hidung Konektor .....	106
<b>Gambar 3.47</b>	<i>Dolly</i> .....	106
<b>Gambar 3.48</b>	Proses Penggosokan Konektor .....	107
<b>Gambar 3.49</b>	Ujung Konektor yang Sudah Bersih dan Mengkilap .....	107
<b>Gambar 3.50</b>	Retakan Berbentuk Khas .....	108
<b>Gambar 3.51</b>	Mikroskop atau Kaca Pembesar .....	109
<b>Gambar 3.52</b>	Hasil Penglihatan Konektor yang Kurang Bersih. ....	109
<b>Gambar 3.53</b>	Hasil Penglihatan Konektor yang Sudah Bersih... ..	109
<b>Gambar 3.54</b>	Konektor Kabel Fiber Optik Siap Digunakan .....	110
<b>Gambar 3.55</b>	Hasil Fabrikasi Antena <i>Omnidirectional</i> .....	111
<b>Gambar 3.56</b>	Antena <i>Directional</i> yang akan difabrikasi.....	112
<b>Gambar 3.57</b>	Menara CCR TB1&2 .....	112
<b>Gambar 3.58</b>	Kabel UTP Belden <i>Spool-In-Box</i> .....	113
<b>Gambar 3.59</b>	<i>Wiring</i> kabel UTP ke ruang CCR TB1&2 .....	113
<b>Gambar 3.60</b>	Pemasangan Antena <i>Omnidirectional</i> pada Menara <i>Water Treatment</i> TB1&2 .....	114
<b>Gambar 3.61</b>	Panel Kontrol Menara <i>Water Treatment</i> TB1&2 ..	115
<b>Gambar 3.62</b>	Antena <i>Omnidirectional</i> yang Sudah Terpasang..	115
<b>Gambar 3.63</b>	USB <i>Data Transfer Cable</i> CA3-USBCB-01 Pro-face .....	116
<b>Gambar 3.64</b>	<i>Display Interface Plant OK Mill</i> FLSmith .....	117
<b>Gambar 3.65</b>	<i>Display Interface Plant OK Mill</i> FLSmith Tampak Belakang .....	117



<b>Gambar 3.66</b>	<i>Display</i> HMI Subsistem 540RL1 .....	120
<b>Gambar 3.67</b>	<i>Display</i> HMI Subsistem 540GL1 .....	120
<b>Gambar 3.68</b>	<i>Display</i> HMI Subsistem 540HS1 .....	121
<b>Gambar 3.69</b>	<i>Display</i> HMI FTView Subsistem 540RL1 .....	122
<b>Gambar 3.70</b>	<i>Display</i> HMI FTView Subsistem 540GL1 .....	122
<b>Gambar 3.71</b>	<i>Display</i> HMI FTView Subsistem 540HS1 .....	123
<b>Gambar 4.1</b>	Pengujian Komunikasi dengan <i>Ping Test Command Prompt</i> .....	126
<b>Gambar 4.2</b>	Pengujian Komunikasi <i>Wireless</i> dengan <i>Ping Test Command Prompt</i> .....	128
<b>Gambar 4.3</b>	Pengujian Komunikasi <i>Wireless</i> dengan <i>Ping Test Firmware Bullet M5HP</i> .....	128
<b>Gambar 4.4</b>	<i>Remote Desktop Connection Protocol</i> .....	129
<b>Gambar 4.5</b>	<i>Windows Security</i> .....	130
<b>Gambar 4.6</b>	<i>Display Overview</i> Pabrik Tuban 1 .....	130
<b>Gambar 4.7</b>	<i>AirView Spectrum Analyzer</i> .....	131



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Tugas Akhir merupakan salah satu penelitian akademisi yang dilakukan secara mandiri oleh mahasiswa/i Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya sekaligus menjadi syarat wajib kelulusan studi dalam program sarjana teknik. Penulis melakukan sebuah penelitian dan pengembangan sebuah sistem dalam Tugas Akhir ini.

Pada BAB 1 akan dijelaskan mengenai hal-hal utama yang menjadi dasar atau titik tolak pada penelitian Tugas Akhir. Hal-hal tersebut latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika, dan relevansi.

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam dunia industri saat ini, perkembangan teknologi dan komunikasi berkembang sangat pesat, seperti halnya dalam industri semen. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang berperan dalam produksi semen terbesar di Indonesia. Perusahaan Semen Indonesia ini memiliki 4 *plant* besar (pabrik produksi), yaitu Tuban 1, Tuban 2, Tuban 3, dan Tuban 4. Pada tiap pabrik dapat memproduksi semen sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dalam pembuatan semen ada 6 tahapan proses, yaitu Penghancuran (*Crushing*), Penggilingan (*Blending*), *Pre-Heating*, Pembakaran (*Firing*) dan Pendinginan (*Cooling*), Penggilingan Akhir (*Finish-Mill*), dan Pengemasan (*Packaging*).

Pada setiap proses tersebut memiliki instrumen maupun kontroler masing-masing dan letaknya saling berjauhan. Oleh karena itu, dibutuhkan pengawasan dan pengontrolan agar setiap *plant* dapat beroperasi dengan baik. Pusat pengontrolan berada pada tempat terpusat dinamakan *Central Control Room* (CCR). CCR pada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dibagi menjadi dua, yaitu CCR TB1&2 untuk *plant* Tuban 1 dan 2 dan CCR TB3&4 untuk *plant* Tuban 3 dan 4.

Untuk mengatur instrumen pada tiap *plant*, dibutuhkan adanya kontroler. Kontroler yang digunakan sebagian besar berupa *Programmable Logic Controller* (PLC) karena hampir semua proses adalah sistem digital (ON/OFF). Beberapa PLC tersebut adalah SLC 5/05, CompactLogix, ControlLogix, Bailey ABB, S7-300 Siemens, dan lain-lain. Sebagian PLC terletak dalam sebuah ruangan, yaitu *Electrical Room*

dan PLC Lokal terletak pada sebuah ruangan yang berdekatan dengan *plant*.

Sebagian PLC Lokal tersebut belum terhubung dengan CCR sehingga aksi kontrol maupun *monitoring* hanya bisa dilakukan di tempat PLC Lokal tersebut. Hal ini dapat membuang banyak waktu karena jika ada instrumen yang bermasalah harus langsung turun ke lapangan. Selain itu letak PLC Lokal pada perusahaan ini saling berjauhan sehingga sangat mengurangi efisiensi dan efektivitas.

Untuk menghubungkan beberapa PLC tersebut ke CCR dibutuhkan sebuah protokol komunikasi data. Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun komunikasi dan sistem *monitoring* untuk otomatisasi interkoneksi secara terpusat terhadap PLC Lokal pada OK Mill FLSmidth dan *Water Treatment* TB1&2. Jaringan komunikasi juga dihubungkan dengan kantor Pemeliharaan Instrumen dan Sistem Kontrol (PISK) TB1&2 untuk *monitoring plant*.

PLC Lokal yang digunakan pada *Plant* OK Mill FLSmidth dan *Water Treatment* TB1&2 merupakan produk dari Allen-Bradley, yaitu PLC CompactLogix. Rancang bangun ini dilakukan dengan menghubungkan PLC Lokal ke CCR TB1&2 dengan menggunakan jaringan fiber optik dan *wireless* Bullet M5HP. Di dalam penelitian ini juga dirancang *Human Machine Interface* (HMI) atau sering disebut *mimic* pada *Plant* OK Mill FLSmidth dengan menggunakan *Factory Talk View* (FTView). Perancangan jaringan komunikasi dan HMI ini diharapkan dapat memberikan efisiensi dan efektivitas dalam melakukan pengontrolan maupun pengawasan.

## 1.2 Permasalahan

PLC Lokal pada *Plant* OK Mill FLSmidth dan *Water Treatment* TB1&2 merupakan PLC yang hanya bisa dikontrol langsung di tempat *plant* tersebut. Tempat dari PLC Lokal tersebut juga saling berjauhan sehingga diperlukan waktu untuk langsung *monitoring* ataupun melakukan aksi kontrol. Jalur kabel bawah tanah maupun jalur atas juga tidak tersedia pada *Plant Water Treatment* TB1&2 dan PISK TB1&2. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan suatu rancang bangun komunikasi data. Pada penelitian ini dilakukan perancangan komunikasi fiber optik dan jaringan *wireless* Bullet M5HP. Penggunaan dua komunikasi ini diharapkan mampu menghubungkan PLC Lokal yang terletak pada *Plant* OK Mill FLSmidth dan *Water Treatment* TB1&2 ke CCR TB1&2 dan juga mampu menghubungkan kantor PISK TB1&2.

Untuk memudahkan *monitoring* dari CCR TB1&2 juga akan dirancang HMI *Plant OK Mill FLSmidth*.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah CCR TB1&2, *Plant OK Mill FLSmidth*, *Water Treatment* TB1&2, dan kantor PISK TB1&2. Komunikasi fiber optik digunakan hanya pada *plant OK Mill FLSmidth* dengan CCR TB1&2, sedangkan komunikasi *wireless* untuk menghubungkan CCR TB1&2, *Plant OK Mill FLSmidth*, *plant Water Treatment* TB1&2, maupun kantor PISK TB1&2. Protokol komunikasi yang digunakan adalah EtherNet TCP/IP. Kabel fiber optik yang digunakan, yaitu 4xMM62.5 Nexans dan perangkat *wireless* yang digunakan, yaitu Bullet M5HP. PLC yang digunakan pada *Plant OK Mill FLSmidth* maupun *Water Treatment* TB1&2 adalah CompactLogix 1769-L32E Allen Bradley. Penelitian ini juga tidak merancang sebuah kontroler untuk diimplementasikan.

*Plant OK Mill FLSmidth* terdiri dari subsistem, yaitu *Roller Lubrication* (RL), *Gear Lubrication* (GL), dan *Hydraulics System* (HS). Setiap subsistem memiliki HMI atau *mimic* yang dibuat oleh vendor FLS Midth yang dibangun dengan *software* Proface. Sedangkan, perancangan HMI dilakukan dengan menggunakan *software* FTVIEW untuk *monitoring Plant OK Mill FLSmidth* dari CCR TB1&2. Aksi kontrol yang dapat dilakukan di CCR TB1&2 hanya *Reset Defaults Factory*.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk menghubungkan *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Water Treatment* TB1&2, dan kantor PISK TB1&2 dengan CCR TB1&2 dengan menggunakan komunikasi fiber optik dan *wireless*. Komunikasi ini digunakan agar PLC Lokal CompactLogix pada *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Water Treatment* TB1&2 dapat diakses melalui CCR TB1&2. Dan untuk kantor PISK TB1&2 hanya untuk *monitoring* kondisi *plant*. Hal ini untuk mengefisiensi waktu ketika terjadi masalah atau diperlukannya *interlock*. Untuk menganalisis komunikasi data dari PLC Lokal *Plant OK Mill FLSmidth* akan dirancang HMI subsistem 540RL1, 540GL1, dan 540HS1 pada *Distributed Control System* (DCS) CCR TB1&2. HMI ini digunakan hanya untuk *monitoring* kerja tiap instrumen *plant* dan hanya dapat memberikan *command* berupa *Reset*.



## 1.5 Metodologi Penelitian

Pada Tugas Akhir ini dilakukan beberapa proses atau metode secara bertahap sehingga pengumpulan data, pembuatan *interface plant*, implementasi sistem, dan analisis data dari penelitian ini dapat tercapai. Tahap yang terakhir adalah penyusunan laporan berupa laporan Tugas Akhir. Berikut uraian penjelasan dari metodologi penelitian Tugas Akhir tersebut:

### 1) **Studi Literatur**

Tahap ini akan dilakukan kegiatan pengumpulan dan pengkajian hal-hal terkait teori, informasi maupun hasil eksperimen serupa yang dapat dijadikan referensi dalam proses penulisan Tugas Akhir ini. Sumber yang dikumpulkan dan dikaji dapat diperoleh melalui berbagai sumber ilmiah seperti diktat, buku, hasil penelitian, maupun jurnal konferensi ilmiah yang telah dipublikasikan. Studi literatur difokuskan mengenai prinsip dan struktur komunikasi jaringan fiber optik dan nirkabel, konfigurasi komunikasi PLC CompactLogix, teknik pembuatan HMI dengan FTVIEW, dan teknik otomasi sistem pengaturan ditebar (DCS).

### 2) **Identifikasi Sistem Objek Penelitian**

Tahap selanjutnya adalah mempelajari dan mengidentifikasi sistem pada Pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Lalu menentukan CCR TB1&2, *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Water Treatment TB1&2*, dan kantor PISK TB1&2 sebagai objek penelitian ini. Pada tahap identifikasi diperoleh deskripsi sistem pada bagian-bagian dan sistem kerja *Plant OK Mill FLSmidth*.

### 3) **Mapping Alamat Internet Protocol (IP) PLC Lokal Plant OK Mill FLSmidth dan Wireless Bullet M5HP**

Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya Konflik IP (*IP Conflict*). *IP Conflict* dapat terjadi ketika dua atau lebih komputer atau perangkat lain (yang *support* alamat IP) dalam jaringan menggunakan alamat IP yang sama. Alamat IP yang digunakan berjenis IP statis, yakni IP yang diisi secara manual.

### 4) **Terminasi Kabel Fiber Optik dan Konfigurasi Wireless Bullet M5HP**

Untuk memasang *connector* ataupun *patchcord* fiber optik dibutuhkan teknik khusus yang dinamakan dengan terminasi. Sedangkan, konfigurasi *wireless* dibutuhkan untuk pengaturan komunikasi antar-*transceiver* agar dapat saling melakukan transmisi data.



- 5) **Perancangan HMI Subsistem 540RL1, 540GL1, dan 540HS1**  
Tahap ini akan dibuat HMI dengan FTVIEW Rockwell. HMI yang dibuat berdasarkan tampilan HMI *Local Display* yang ada pada *Plant OK Mill FLSmidth*.
- 6) **Implementasi Sistem**  
Instrumen dan peralatan yang sudah dikonfigurasi sebelumnya akan diimplementasikan langsung pada sistem objek penelitian. Implementasi sistem mencakup instalasi *hardware* dan *software*.
- 7) **Pengujian dan Analisa dengan HMI dan PLC**  
Untuk menguji komunikasi jaringan dengan melakukan *test ping*, sedangkan untuk menguji transmisi data menggunakan *Remote Desktop Protocol* (RDP). Untuk menganalisa HMI FTVIEW dengan *matching tag address* PLC melalui *software* RSLogix 5000. Analisa ini dilakukan di *server* jaringan CCR TB1&2.
- 8) **Penarikan Kesimpulan**  
Setelah penelitian Tugas Akhir berhasil diimplementasikan dan dianalisa, diperlukan sebuah kesimpulan yang dapat diambil. Hal ini untuk mengetahui garis besar dari hasil penelitian dan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.
- 9) **Penulisan Laporan Tugas Akhir**  
Tahap terakhir dari penulisan Tugas Akhir terkait hasil proses Tugas Akhir yang telah dikerjakan. Penulisan ini berupa laporan ilmiah yang mencakup seluruh proses pengerjaan Tugas Akhir.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Secara keseluruhan, sistematika penulisan Tugas Akhir ini nantinya akan disusun dalam lima (5) bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **Bab 1 : Pendahuluan**

Di dalam bab ini membahas tentang penyusunan Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan relevansi penulisan Tugas Akhir.

### **Bab 2 : Kajian Pustaka dan Dasar Teori**

Bab ini berisi teori-teori yang digunakan selama proses perancangan jaringan sistem dan *interface* sistem. Dasar teori pada bab ini meliputi penjelasan sistem,

deskripsi instrumen, deskripsi jaringan yang akan dibangun, dan teknik sistem pengaturan ditebar (DCS).

**Bab 3 : Rancang Bangun Komunikasi dan *Human Machine Interface***

Pada bab ini membahas tentang perancangan detail jaringan, pola, dan distribusi data pada jaringan yang akan dibangun, memaparkan mengenai masing-masing instrumen dan komponen yang digunakan, hingga hasil realisasi. Selain itu, juga akan dijelaskan mengenai pengambilan data HMI dari masing-masing subsistem *Plant OK Mill FLSmidth*, *listing tag name* dan *tag address* dengan *software* Proface, pembuatan *displays layer* dengan *software* FTVIEW, dan mengunggah *display* tersebut pada *server* CCR TB1&2.

**Bab 4 : Hasil dan Pembahasan**

Bab ini menunjukkan hasil-hasil pengujian jaringan komunikasi yang sudah dibangun. Pengujian diawali dengan mengecek *delay* jaringan melalui *ping test*. Setelah itu dilakukan pengujian melalui fitur *remote desktop* HMI *Plant OK Mill FLSmidth* secara *real-time* yang sudah dibuat ke *server* CCR TB1&2. Untuk memperkuat hasil implementasi rancang bangun, maka sebagai tambahan pembahasan Penulis akan membuat kuesioner kepuasan mengenai sistem yang sudah dibangun sebagai tolok ukur keberhasilan.

**Bab 5 : Penutup**

Dalam bab berisi mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil kegiatan Tugas Akhir dan saran yang diberikan untuk kegiatan penelitian selanjutnya.

## **1.7 Relevansi**

Hasil dari penelitian Tugas Akhir ini diharapkan dapat berkontribusi penuh dalam pengembangan penelitian mengenai jaringan komunikasi industri serta diharapkan mampu meningkatkan efisiensi waktu dan efektivitas kerja dalam dunia industri.

## **BAB 2**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

Hasil dari mengkaji teori atau teorema yang sudah ada sebelumnya dijadikan sebagai dasar dan landasan untuk melakukan kegiatan penelitian dan perancangan Tugas Akhir. Seluruh teori yang dipaparkan ini untuk memperkuat argumen atau pernyataan dari Penulis.

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai landasan teori dan konsep penunjang yang mendasari dilakukannya penelitian Tugas Akhir. Teori tersebut meliputi dasar komunikasi data dan jaringan komputer, prinsip kerja tiap subsistem *Plant OK Mill FLSmidth*, prinsip kerja dan struktur jaringan fiber optik dan *wireless*, teknik sistem pengaturan ditebar (DCS), identifikasi PLC *Local CompactLogix*, dan teknik antarmuka (*interfacing*) *Plant OK Mill FLSmidth* melalui HMI.

#### **2.1 *Distributed System Control (DCS)* [1]**

*Distributed Control System (DCS)* merupakan sebuah pengontrol yang dapat bekerja dengan beberapa kontroler di bawahnya kemudian mengkoordinasikannya. Sebelum DCS ditemukan, kontrol proses otomatis terlalu terpadu dikenal dengan nama *Digital Supervisory Control (DSC)*. Pada sistem ini, pengontrolan tetap dilakukan oleh kontroler biasa, namun pengawasannya dilakukan oleh komputer. Komputer pada DSC berfungsi untuk menampilkan sinyal masukan, sinyal keluaran, dan jalannya proses. Kelemahan yang sangat mendasar dari sistem ini adalah komputer tidak bisa melakukan pengontrolan sehingga proses otomatisasi tetap dilakukan oleh kontroler biasa yang terdapat di lapangan. Begitu juga dengan pengaturan *set point* masih dilakukan oleh operator.

Secara berharap berkembang lebih lanjut hingga muncul *Direct Digital Control (DDC)*. Di sini komputer berperan sebagai pengawas dan sekaligus pengontrol. Jadi proses otomatisasi dilakukan oleh komputer, dengan pemberian *set point* awal dilakukan oleh operator. Sistem ini juga memiliki kelemahan, yaitu apabila terjadi masalah dalam sistem komputernya, maka sistem pengendalian secara menyeluruh akan terganggu. Hal ini disebabkan karena pengontrolan sepenuhnya terpusat pada komputer pusat.

Pada perkembangan selanjutnya muncul DCS. Konsep pengendalian sistem ini menggabungkan konsep DSC dan DDC. Apabila



*plant* yang diatur banyak, maka *plant-plant* tersebut akan dibagi-bagi menjadi beberapa bagian di mana setiap bagian akan dikontrol oleh sebuah DDC. Masing-masing DDC akan diatur dan diawasi oleh satu unit komputer (*supervisory*). Fungsi DDC di sini adalah untuk menangani pengontrolan secara terpusat pada bagiannya. Sedangkan unit komputer pusat (*supervisory*) berfungsi untuk mengintegrasikan beberapa DDC tersebut dan melakukan *setting* yang diperlukan untuk tiap-tiap DDC.

Dengan menggunakan sistem seperti ini diharapkan kegagalan pada salah satu DDC tidak akan mempengaruhi DDC yang lain karena pada setiap DDC sudah terdapat *processor* sendiri. Selain itu, proses pengontrolan dapat dilakukan melalui satu tempat, yaitu pada unit *supervisory*-nya. Dengan sistem ini diharapkan bahwa pengendalian dapat dilakukan pada satu tempat. Sebutan yang umum DCS untuk DDC adalah *Field Control Unit* (FCU), *Local Control Unit* (LCU), dan lain-lain tergantung dari produsen DCS. Demikian halnya dengan *supervisory* yang pada umumnya disebut *Operator Station*.

Secara umum, DCS terdiri dari beberapa komponen, yaitu:

1) *Field Control Station* (FCS)

FCS merupakan instrumen yang langsung berhubungan dengan peralatan lapangan (*field instrumen*) seperti *transmitter*, *valve*, dan lain-lain. FCS mengambil masukan dari sensor, membandingkan dengan *set point* yang diberikan, melakukan perhitungan-perhitungan untuk menghasilkan sinyal kontrol, kemudian mengirimkan sinyal kontrol tersebut ke elemen kontrol akhir (*final control element*). Karena itu FCS dapat juga disebut sebagai otak dari DCS.

FCS terdiri dari beberapa bagian, yaitu *Central Processing Unit* (CPU) yang mempunyai fungsi untuk melakukan komputasi fungsi kontrol dan mengatur nomor domain dan nomor *station*, unit catu daya (*power supply unit* atau PSU) yang mempunyai fungsi untuk menerima daya dari *power distribution board* dan mengkonversinya menjadi tegangan searah (DC) dan mendistribusikan tegangan DC tersebut ke semua unit pada FCS, *VL net coupler* yang digunakan untuk merangkaikan *couple processor card* pada *Field Control Unit* (FCU) pada kabel V net dan melakukan isolasi sinyal dan konversi *level* sinyal, serta modul masukan atau keluaran (*I/O Module*) yang mempunyai fungsi untuk mengubah sinyal *analog* atau *digital* dari *field equipment* yang menuju FCS atau sebaliknya. Tipe-tipe utama modul



masukan atau keluaran antara lain modul masukan/keluaran *analog*, modul masukan/keluaran *analog multipoint*, modul masukan/keluaran *relay*, modul *multiplexer*, modul masukan/keluaran *digital*, modul komunikasi, dan *communication card*.

2) *Human Interface Station*

*Human Interface Station* (HIS) adalah tempat di mana pengguna (*user*) melakukan pengawasan terhadap proses-proses yang ada di lapangan. *User* dapat langsung melihat kondisi riil di lapangan melalui HIS yang dikoneksikan oleh FCS. HIS merupakan sarana bagi operator untuk mengakses sistem otomasi di lapangan, seperti operasional, perawatan, *troubleshooting*, serta pengembangan dari alat tersebut.

Fungsi dari HIS adalah memberikan informasi yang *up-to-date* di lapangan melalui *Human Machine Interface* (HMI) yang telah didesain di dalam HIS. HIS sendiri akan melakukan komunikasi dengan I/O *module*, serta menerjemahkan instruksi operator ke mesin sebagai *engineering development station* serta sebagai *operation station*. Informasi-informasi mengenai *plant* yang direpresentasikan oleh HIS adalah seperti variabel proses, status peralatan, alarm, *loop* kontrol, dan lain-lain. Peralatan yang digunakan untuk HIS seperti halnya pada seperangkat komputer, yaitu *keyboard*, *mouse*, monitor, dan lain sebagainya.

3) Sistem Komunikasi

Komunikasi data merupakan bagian yang paling penting dalam DCS. Hal ini dikarenakan DCS merupakan suatu sistem kontrol yang terdiri dari banyak kontroler yang saling berhubungan. Komunikasi data di dalam DCS dapat direpresentasikan baik ke dalam sinyal analog (4-20 mA atau 1-5 V) maupun sinyal digital (*byte* atau *pulse sequence*).

## 2.2 Komunikasi Data dan Jaringan [2]

Dalam perancangan sebuah sistem komunikasi dibutuhkan pengetahuan mengenai komunikasi data dan jaringan. Berikut penjelasan mengenai hal tersebut:

### 2.2.1 Komunikasi

Komunikasi merupakan suatu proses di mana suatu elemen menciptakan dan menggunakan informasi agar terhubung dengan elemen

lain. Komunikasi dapat dibagi menjadi dua (2), yaitu komunikasi intrapersonal dan komunikasi interpersonal. Sedangkan telekomunikasi adalah salah satu bentuk dari komunikasi interpersonal, yaitu teknik pengiriman atau penyampaian informasi dari suatu tempat ke tempat lain.

Dalam mengubah informasi menjadi sinyal listrik yang siap dikirim, ada dua cara pengiriman yang digunakan. Pertama adalah sinyal analog, mengubah bentuk informasi ke sinyal analog dimana sinyal berbentuk gelombang listrik yang terus menerus (*continue*) kemudian dikirim oleh media transmisi. Kedua adalah sinyal digital, di mana setelah informasi diubah menjadi sinyal analog kemudian diubah lagi menjadi sinyal yang terputus-putus (*discrete*).

Komunikasi data itu sendiri adalah bagian dari telekomunikasi, yang dapat diartikan suatu proses pengiriman dan penerimaan data atau informasi dari dua atau lebih *device* (peralatan) yang terhubung dalam sebuah jaringan, baik lokal maupun yang luas. Dapat disimpulkan bahwa tujuan mendasar dari sistem komunikasi adalah pertukaran data antara dua pihak. Model sederhana dari komunikasi dapat diilustrasikan oleh skema pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Skema Komunikasi

Dalam blok diagram tersebut ada lima (5) komponen dasar dalam sebuah komunikasi data. Berikut penjelasan mengenai komponen-komponen tersebut:

1) *Source* (Sumber)

Perangkat ini menghasilkan data yang akan ditransmisikan.

2) *Transmitter* (Pemancar)

Biasanya data yang dihasilkan oleh sistem *source* tidak ditransmisikan secara langsung dalam bentuk di mana mereka dihasilkan. Sebaliknya, pemancar mengubah dan mengkodekan informasi dengan cara menghasilkan sinyal elektromagnetik yang dapat ditransmisikan pada sejenis sistem transmisi. Dalam hal ini media komunikasi yang digunakan adalah *limiter*, yang mengubah sinyal 4-20 mA menjadi 1-5 V di mana sinyal tersebut nantinya

akan dijadikan sebagai masukan dari DCS, sedangkan keluarannya berupa sinyal 4-20 mA.

3) *Transmission System* (Sistem Transmisi)

Pada komponen ini bisa menjadi saluran transmisi tunggal atau jaringan kompleks yang menghubungkan sumber dan tujuan.

4) *Receiver* (Penerima)

*Receiver* menerima sinyal dari sistem transmisi dan mengubahnya menjadi bentuk yang dapat diterjemahkan dan diolah oleh perangkat tujuan.

5) *Destination* (Perangkat Tujuan)

Mengambil data yang masuk dari *receiver*.

Dalam ruang lingkup yang lebih kompleks, ada beberapa daftar *task* (tugas) utama yang harus dilakukan dalam suatu sistem komunikasi data. Daftar ini dapat sedikit berubah-ubah sesuai dengan komunikasi data pada suatu tingkatan yang berbeda dari sistem. Seperti ada elemen dapat ditambahkan, beberapa komponen dapat digabung, dan beberapa komponen dapat mewakili beberapa tugas. Daftar *task* yang dimaksud sebagai berikut:

- |                                 |                       |
|---------------------------------|-----------------------|
| ▪ Penggunaan sistem transmisi   | ▪ Format pesan        |
| ▪ Deteksi dan koreksi kesalahan | ▪ Manajemen jaringan  |
| ▪ <i>Interfacing</i>            | ▪ <i>Flow control</i> |
| ▪ Pembangkitan sinyal           | ▪ <i>Addressing</i>   |
| ▪ Sinkronisasi                  | ▪ <i>Routing</i>      |
| ▪ Manajemen pertukaran          | ▪ <i>Recovery</i>     |
|                                 | ▪ <i>Security</i>     |

Komponen pertama adalah penggunaan sistem transmisi di mana komponen ini mengacu kepada efisiensi penggunaan fasilitas transmisi yang biasanya dibagi dengan sejumlah perangkat komunikasi. Beberapa teknik komunikasi (seperti *multiplexing*) digunakan untuk mengalokasikan kapasitas total medium transmisi. Selain itu juga dibutuhkan teknik kontrol aliran data untuk memastikan tidak terjadi *data congesty* (kemacetan data) oleh permintaan yang berlebihan.

Dalam berkomunikasi, perangkat harus mempunyai *interface* (antarmuka) dengan sistem transmisi. Hampir semua bentuk komunikasi menerapkan penggunaan sinyal elektromagnetik yang disebarkan melalui media transmisi. Jadi, ketika *interface* sudah dibuat, pembangkitan sinyal diperlukan untuk komunikasi karena hampir semua komunikasi data menggunakan sinyal elektromagnetik.



Tidak hanya sinyal yang dibangkitkan supaya terpenuhi persyaratan sistem transmisi dan *receiver*, namun harus ada beberapa bentuk sinkronisasi antara *transmitter* dan *receiver*. *Receiver* harus dapat menentukan kapan sinyal mulai datang dan kapan itu berakhir. Hal ini juga harus diketahui durasi dari setiap elemen sinyal.

Ada berbagai persyaratan untuk berkomunikasi antara dua pihak yang boleh dikumpulkan dalam suatu manajemen pertukaran. Jika data yang akan dipertukarkan dua arah selama periode waktu, kedua belah pihak harus saling bekerja sama. Misalnya, untuk dua pihak yang terlibat dalam percakapan telepon, salah satu pihak harus menghubungi nomor yang lain, menyebabkan sinyal yang akan dihasilkan akan menghasilkan bunyi yang disebut telepon. Hal itu disebut koneksi berhasil dengan mengangkat *receiver*.

Dalam semua sistem komunikasi, ada potensi untuk kesalahan. Sinyal yang ditransmisikan dapat terdistorsi sampai batas tertentu sebelum mencapai tujuan. Deteksi dan koreksi kesalahan yang diperlukan dalam keadaan di mana kesalahan tidak dapat ditoleransi. Hal ini biasanya terjadi dengan sistem pengolahan data. Misalnya, dalam mentransfer *file* dari satu komputer ke komputer lain, isi *file* tersebut dapat berubah secara tidak sengaja. *Flow control* diperlukan untuk menjamin bahwa sumber tidak membanjiri tujuan dengan mengirimkan data lebih cepat daripada data yang dapat diproses dan diserap.

Berikutnya elemen yang mempunyai beda konsep dari sebelumnya, yaitu *addressing* dan *routing*. Ketika fasilitas transmisi dibagi oleh lebih dari dua perangkat, sistem sumber harus dapat mengindikasikan identitas tujuan. Sistem transmisi harus memastikan sistem tujuannya, dan hanya sistem itu yang dapat menerima data. Selanjutnya, sistem transmisi dapat menjadi jaringan melalui berbagai jalur yang diambil.

*Recovery* adalah sebuah konsep yang berbeda dari koreksi kesalahan. Teknik *recovery* yang diperlukan dalam situasi di mana pertukaran informasi, seperti transaksi basis data atau transfer *file*, terganggu karena kesalahan di suatu tempat dalam sistem. Tujuannya adalah untuk dapat melanjutkan aktivitas transfer pada titik gangguan atau setidaknya untuk mengembalikan keadaan sistem tersebut dengan kondisi sebelum awal pertukaran.

Format pesan hubungannya dengan kesepakatan antara dua pihak untuk bentuk data yang akan dipertukarkan atau ditransmisikan. Sebagai contoh, kedua pihak harus menggunakan karakter kode biner yang sama.

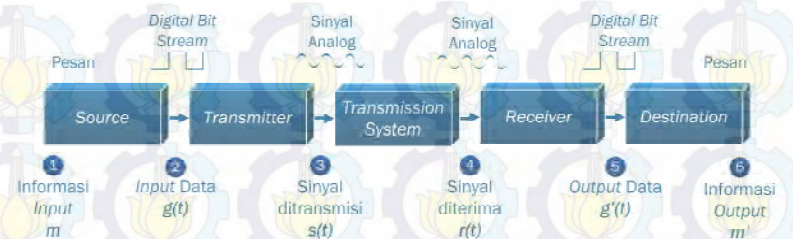


Komponen penting yang lain adalah memberikan beberapa *security* dalam sistem komunikasi data. Pengirim data mungkin ingin diyakinkan bahwa hanya elemen dimaksudkan benar-benar menerima data dan penerima data dapat ingin meyakinkan bahwa data yang diterima tidak diubah dalam transit dan bahwa data telah benar-benar datang dari pengirim yang dimaksud.

Kemudahan komunikasi data adalah sistem yang kompleks yang tidak dapat membuat atau menjalankan sendiri. Kemampuan manajemen jaringan yang diperlukan untuk mengkonfigurasi sistem, memonitor status, bereaksi terhadap kegagalan dan *overloads*, dan rencana cerdas untuk pertumbuhan di masa depan.

### 2.2.2 Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan proses pengiriman dan penerimaan data atau yang disebut pertukaran data sesuai dengan penjelasan sebelumnya. Salah satu contoh komunikasi data adalah pengiriman sebuah pesan elektronik (*e-mail*) dari satu *user* ke *user* lain. Gambar 2.2 adalah contoh model komunikasi data sederhana ketika mengirimkan sebuah pesan elektronik.



**Gambar 2.2** Skema Komunikasi Data

Perangkat *input* dan *transmitter* adalah komponen dari komputer pribadi. Pengguna PC ingin mengirim pesan ke seorang *user* lain, "Pertemuan dijadwalkan 25 Maret dibatalkan" ( $m$ ). Pengguna mengaktifkan paket surat elektronik pada PC dan mengetikkan pesan melalui *keyboard* (perangkat *input*). Karakter *string* tersebut disangga (*buffer*) dalam memori utama. Hal tersebut dapat dilihat sebagai urutan bit ( $g$ ) dalam memori.

Komputer pribadi yang terhubung ke beberapa media transmisi, seperti jaringan lokal atau saluran telepon, dengan perangkat I/O

(*transmitter*), seperti *transceiver* jaringan lokal atau modem. *Input* data akan ditransfer ke *transmitter* sebagai urutan pergeseran tegangan  $[g(t)]$  yang mewakili bit pada beberapa komunikasi *bus* atau kabel. *Transmitter* terhubung langsung ke medium dan mengkonversi aliran masuk  $[g(t)]$  menjadi sinyal  $[s(t)]$  yang sesuai untuk transmisi.

Sinyal yang ditransmisikan  $[s(t)]$  ditujukan kepada medium tergantung pada sejumlah gangguan sebelum mencapai *receiver*. Dengan demikian, sinyal yang diterima  $[r(t)]$  dapat berbeda untuk beberapa tingkat tertentu dari  $[s(t)]$ . *Receiver* akan mencoba untuk memperkirakan sinyal asli  $[s(t)]$ , berdasarkan  $[r(t)]$  dan *knowledge* dari medium, menghasilkan urutan bit-bit  $[g'(t)]$ . Bit ini dikirim ke komputer pribadi *output*, di mana bit tersebut disangga dalam memori sebagai blok bit ( $g$ ).

Dalam berbagai kasus, sistem tujuan (*destination*) akan mencoba untuk menentukan apakah telah terjadi kesalahan dan jika demikian, sistem tujuan akan bekerja sama dengan sistem sumber hingga mendapatkan data yang lengkap, sehingga blok bit tersebut bebas dari kesalahan data. Data ini kemudian ditampilkan kepada pengguna melalui perangkat *output*, seperti *printer* atau layar *display*. Pesan ( $m'$ ), seperti yang dilihat oleh pengguna, biasanya adalah salinan persis dari pesan asli ( $m$ ).

Dalam komunikasi percakapan telepon, *input* ke telepon adalah pesan ( $m$ ) dalam bentuk gelombang suara. Gelombang suara dikonversi oleh telepon menjadi sinyal listrik dari frekuensi yang sama. Sinyal-sinyal ini dikirimkan tanpa modifikasi atas saluran telepon tersebut. Oleh karena itu, sinyal *input*  $[g(t)]$  dan sinyal yang ditransmisikan  $[s(t)]$  adalah identik.

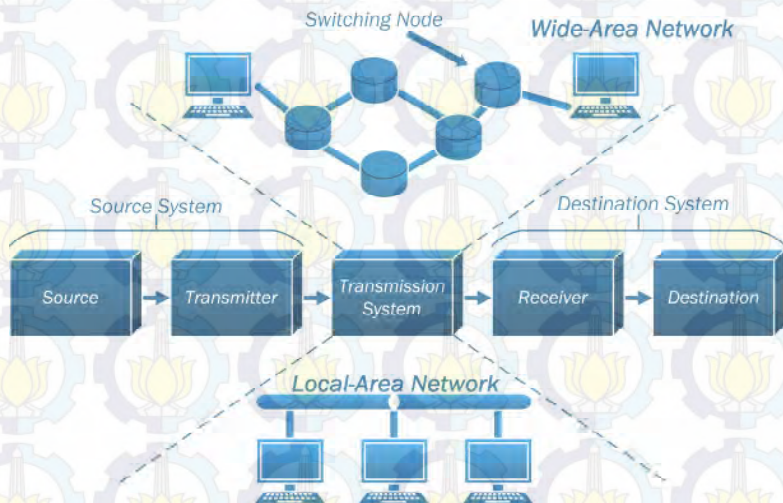
Sinyal  $[s(t)]$  akan mengalami beberapa distorsi pada tingkat menengah sehingga  $[r(t)]$  tidak akan sama persis dengan  $[s(t)]$ . Namun demikian, sinyal  $[r(t)]$  diubah kembali menjadi gelombang suara dengan tidak adanya koreksi ataupun perbaikan kualitas sinyal. Jadi ( $m'$ ) bukanlah replika yang tepat dari ( $m$ ). Namun, pesan suara yang diterima umumnya dipahami pendengar.

### 2.2.3 Jaringan Komunikasi Data

Dalam bentuk yang paling sederhana, komunikasi data terjadi antara dua perangkat yang terhubung langsung dengan beberapa bentuk *point-to-point* media transmisi. Komunikasi yang terhubung secara *point-to-point* ini seringkali tidak praktis dan efisien. Hal ini dimaksudkan agar satu (atau kedua perangkat) dari kontingenasi berikut:

- Perangkat yang sangat berjauhan. Ini akan menjadi terlampau mahal, misalnya, untuk penghubung *string* khusus antara dua perangkat yang terpisah ribuan mil.
- Ada satu set perangkat, masing-masing yang mungkin memerlukan *link* ke banyak orang lain berkali-kali. Contohnya adalah semua telepon di dunia dan semua terminalnya dan komputer yang dimiliki oleh satu organisasi.

Solusi untuk masalah ini adalah untuk menghubungkan masing-masing perangkat untuk jaringan komunikasi. Gambar 2.3 adalah model komunikasi seperti Gambar 2.1 dan juga menunjukkan dua kategori utama di mana jaringan komunikasi secara tradisional diklasifikasikan: *Wide-Area Networks* (WAN) dan *Local-Area Networks* (LAN). Perbedaan antara keduanya, baik dari segi teknologi dan aplikasi, telah menjadi agak tidak jelas dalam beberapa tahun terakhir, tetapi tetap menjadi cara yang berguna untuk mengorganisir sebuah komunikasi. Pada Gambar 2.3 berikut akan mengilustrasikan jaringan WAN dan LAN dalam sebuah komunikasi data sederhana di mana ruang lingkup WAN jauh lebih besar daripada LAN.



Gambar 2.3 Model Jaringan Sederhana



#### 2.2.4 Jaringan *Local-Area Network* (LAN)

Seperti dengan jaringan WAN, jaringan LAN adalah jaringan komunikasi yang menghubungkan berbagai perangkat dan menyediakan sarana untuk pertukaran informasi antara perangkat tersebut. Ada beberapa perbedaan utama antara LAN dan WAN:

- Ruang lingkup LAN lebih kecil, biasanya dalam sebuah gedung tunggal atau sekelompok gedung. Perbedaan ini dalam lingkup geografis mengarah ke solusi teknis yang berbeda.
- Kejadian yang sering terjadi bahwa LAN dimiliki oleh organisasi yang sama yang memiliki perangkat yang terpasang tersebut, sedangkan pada WAN jarang seperti kejadian tersebut atau paling tidak sebagian besar aset jaringan tidak dimiliki. Hal ini memiliki dua implikasi. Pertama, harus diperhatikan dalam memilih LAN, karena mungkin ada investasi modal yang besar (dibandingkan dengan *dial-up* atau biaya yang disewakan untuk jaringan *wide-area*) untuk pembelian maupun pemeliharaan. Kedua, tanggung jawab manajemen jaringan untuk jaringan LAN hanya pada pengguna.
- Kecepatan data internal LAN biasanya jauh lebih besar daripada jaringan WAN.

Secara tradisional, LAN memanfaatkan pendekatan jaringan *broadcast* daripada pendekatan *switching*. Dengan jaringan komunikasi *broadcast*, tidak ada penengah *switching node*. Di setiap stasiun, ada *transmitter/receiver* yang berkomunikasi melalui medium bersama oleh stasiun lain. Sebuah transmisi dari salah satu stasiun disiarkan dan diterima oleh semua stasiun lainnya.

Sebuah contoh sederhana ini adalah sistem radio CB, di mana semua pengguna disetel ke saluran yang sama akan dapat berkomunikasi. Yang diperhatikan adalah jaringan yang digunakan untuk *link* komputer, *workstation*, dan perangkat digital lainnya. Dalam kasus terakhir, data biasanya ditransmisikan dalam paket. Karena medium dibagi, hanya satu stasiun pada suatu waktu dapat mengirimkan paket.

Baru-baru ini, contoh LAN yang memakai *switched* telah muncul. Dua contoh yang paling menonjol adalah *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) LAN, yang hanya menggunakan jaringan ATM di daerah setempat, dan saluran fiber.



### 2.2.5 Protokol dan Arsitektur Protokol

Ketika komputer, terminal, atau perangkat pengolahan data lainnya untuk pertukaran data, ruang lingkup yang diperhatikan jauh lebih luas. Misalkan, transfer *file* antara dua komputer, hal ini harus ada jalur data antara dua komputer, baik secara langsung atau melalui jaringan komunikasi. Tetapi masih banyak *task* yang dibutuhkan. Beberapa *task* yang akan dilakukan adalah:

- 1) Sistem sumber (*source*) harus mengaktifkan jalur komunikasi data secara langsung atau menginformasikan jaringan komunikasi identitas kepada sistem tujuan (*destination*) yang diinginkan.
- 2) Sistem sumber harus memastikan bahwa sistem tujuan telah disiapkan untuk menerima data.
- 3) Aplikasi transfer *file* pada sistem sumber harus memastikan bahwa program manajemen *file* pada sistem tujuan telah disiapkan untuk menerima dan menyimpan *file* untuk pengguna tertentu.
- 4) Jika format *file* yang digunakan pada dua sistem yang tidak kompatibel, satu atau sistem lainnya harus melakukan fungsi terjemahan format.

Hal ini jelas bahwa harus ada tingkat kooperatif yang tinggi antara dua sistem komputer. Pertukaran informasi antar komputer untuk tujuan kooperatif umumnya disebut sebagai komunikasi komputer (*computer communications*). Demikian pula, ketika dua atau lebih komputer yang saling berhubungan melalui jaringan komunikasi, perangkat stasiun komputer disebut sebagai jaringan komputer (*computer network*). Karena tingkat kooperatif yang sama diperlukan antara pengguna pada terminal dan satu di depan komputer, istilah ini sering digunakan ketika beberapa entitas berkomunikasi, yaitu terminal. Dalam membahas komunikasi komputer dan jaringan komputer, dua konsep adalah hal yang terpenting:

- 1) Protokol.
- 2) Arsitektur komunikasi komputer atau arsitektur komputer.

Sebuah protokol yang digunakan untuk komunikasi antara entitas dalam sistem yang berbeda. Istilah “entitas” dan “sistem” digunakan dalam arti yang sangat umum. Contoh entitas adalah program pengguna aplikasi, paket transfer *file*, sistem manajemen *database*, fasilitas surat elektronik, dan terminal. Contoh dari sistem adalah komputer, terminal, dan *sensor remote*. Perhatikan bahwa dalam beberapa kasus entitas dan sistem di mana ia berada adalah *coextensive* (misalnya terminal).

Secara umum, suatu entitas adalah sesuatu yang mampu mengirim atau menerima informasi, dan sistem adalah benda yang berbeda secara

fisik yang berisi satu atau lebih entitas. Untuk dua entitas yang berkomunikasi dengan sukses, mereka harus “berbicara dengan bahasa yang sama”. Apa yang dikomunikasikan, bagaimana itu dikomunikasikan, dan ketika itu dikomunikasikan harus sesuai dengan beberapa konvensi yang saling diterima antara entitas yang terlibat. Konvensi yang disebut sebagai protokol, yang dapat didefinisikan sebagai seperangkat aturan yang mengatur pertukaran data antara dua entitas. Elemen-elemen penting dari sebuah protokol, yaitu:

- 1) *Syntax*  
Termasuk hal-hal seperti format data dan level sinyal.
- 2) *Semantics*  
Termasuk informasi kontrol untuk koordinasi dan penanganan error.
- 3) *Timing*  
Termasuk pencocokan kecepatan dan pengurutan.

Setelah memperkenalkan konsep protokol, masalah selanjutnya adalah konsep arsitektur protokol. Hal ini jelas bahwa harus ada tingkat kooperatif yang tinggi antara dua komputer. Alih-alih menerapkan logika untuk ini sebagai modul tunggal, *task* tersebut dipecah menjadi *subtasks*, masing-masing diimplementasikan secara terpisah. Sebagai contoh pada Gambar 2.4 menunjukkan cara di mana fasilitas transfer *file* dapat diimplementasikan. Tiga modul yang digunakan. *Task* 3 dan 4 dalam daftar sebelumnya dapat dilakukan oleh modul transfer *file*. Dua modul pada dua sistem bertukar *file* dan instruksi. Namun, daripada membutuhkan modul transfer *file* untuk menangani rincian sebenarnya dalam mentransfer data dan instruksi, modul transfer *file* masing-masing bergantung pada modul layanan komunikasi.

Modul ini bertanggung jawab untuk memastikan bahwa perintah transfer *file* dan data yang dipertukarkan antara sistem. Antara lain, modul ini akan melakukan *task* 2. Sifat pertukaran antara sistem adalah independen dari sifat jaringan yang menghubungkannya. Oleh karena itu, daripada membangun rincian antarmuka jaringan ke dalam modul layanan komunikasi, lebih masuk akal untuk memiliki modul ketiga, modul akses jaringan, yang melakukan *task* 1 dengan berinteraksi dengan jaringan. Pada Gambar 2.4 merupakan arsitektur sederhana yang biasa digunakan dalam protokol komunikasi antar jaringan. Arsitektur protokol ini hampir sama dengan arsitektur ketika mengirim *file*. Sedangkan, pada Gambar 2.5 merupakan contoh protokol dalam arsitektur yang sederhana.



**Gambar 2.4** Arsitektur Sederhana untuk Transfer File



**Gambar 2.5** Protokol pada Arsitektur Sederhana

### 2.3 Komunikasi Fiber Optik [3], [4]

Fiber optik atau yang sering disebut dengan serat optik adalah sebuah bahan transparan yang sangat jernih, atau kabel yang terbuat dari bahan semacam ini, yang dapat digunakan untuk mentransmisikan gelombang cahaya. Sedangkan sistem fiber optik adalah sistem komunikasi data dan suara, atau cabang ilmu teknik yang berurusan dengan sistem komunikasi ini, yang memanfaatkan fiber optik sebagai medium transmisinya.

Untuk melindungi fiber optik dari munculnya retakan-retakan awal permukaannya, sebuah lapisan plastik berbahan dasar *Polyvinyl Chloride* (PVC) yang sangat lembut ditambahkan di bagian luar lapisan mantel. Lapisan ini disebut *coating* atau *buffer primer*. Sedangkan lapisan *strength member* digunakan untuk memberikan elastisitas fiber optik

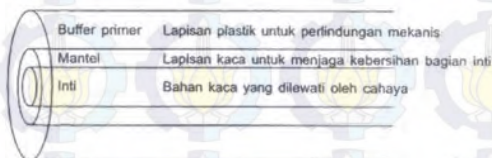


sekaligus penguat. Pada lapisan terluar adalah *outer jacket* berfungsi sebagai melindungi bagian yang lebih dalam dari benturan atau gangguan mekanis. Cahaya yang ditransmisikan akan dipantulkan di dalam *core* dan *cladding*. Berikut adalah sifat penting dari fiber optik:

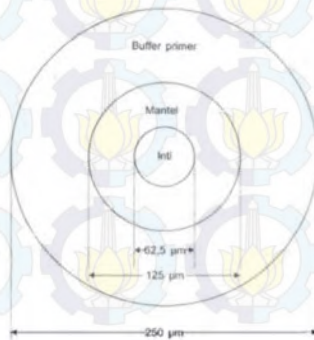
- Fiber optik sepenuhnya padat, tidak terdapat lubang atau rongga apa pun di bagian tengahnya.
- *Buffer* dan jaket berfungsi hanya sebagai pelindung mekanis.
- Cahaya merambat di dalam bagian inti, meskipun terdapat pula sedikit rembesan yang masuk ke bagian mantel sehingga kejernihan bahan mantel juga harus diperhatikan.

### 2.3.1 Kabel Fiber Optik

Pabrikan fiber optik memproduksi fiber optik telanjang yang telah dilapisi oleh *buffer primer*. Pada tahapan ini fiber optik amat mudah pecah, bahkan jika sekedar menjepitnya dengan ibu jari dan telunjuk dan tipikalnya hanya berukuran garis tengah 250  $\mu\text{m}$ . Untuk mengetahui bagian dari setiap lapisan fiber optik dapat dilihat pada Gambar 2.6. Dan pada Gambar 2.7 adalah ukuran dari setiap lapisan tersebut.



**Gambar 2.6** Bagian Lengkap Fiber Optik



**Gambar 2.7** Ukuran Garis Tengah Lapisan *Buffer Primer*



Pabrikan kabel kemudian membungkus fiber optik telanjang ini dengan lapisan-lapisan pelindung (*sleeve*). Lapisan-lapisan ini disebut juga sebagai *jacket* atau *buffer* (bukan *primer*) – istilah yang dipakai sedikit beragam bergantung pada pabrikan pembuatnya. Setelah fiber optik dibungkus, maka produk ini menjadi siap pakai dan disebut kabel.

Biaya instalasi (pemasangan) kabel fiber optik jauh lebih besar dibandingkan dengan harga kabel fiber optik itu sendiri. Sehingga, memasang kabel dalam jumlah lebih besar dari kebutuhan untuk menyediakan kapasitas cadangan sekiranya terjadi kerusakan atau untuk tujuan perluasan di masa mendatang merupakan sebuah praktik yang biasa dilakukan. Kabel-kabel ekstra yang belum dipakai ini tidak akan rusak karena waktu, sehingga dapat dibiarkan begitu saja untuk waktu yang lama, dan disebut sebagai fiber optik cadangan, redundan, atau hitam. Dewasa ini, sangat jarang menjumpai kasus di mana trafik data di dalam sistem komunikasi mengalami penurunan.

Meskipun bisa saja memaksakan untuk mendapatkan kabel yang memuat jumlah helaian fiber optik sesuai keinginan, membeli kabel standar biasanya jauh lebih murah dan lebih mudah. Kabel-kabel standar berukuran kecil memuat fiber optik sebanyak 1, 2, 4, atau 8 helai. Kabel-kabel standar berukuran sedang memuat fiber optik dalam jumlah yang merupakan kelipatan bilangan 6, sehingga ukuran standar 12, 18, 24, 30, dan 36 helai fiber optik. Sedangkan pada kabel-kabel besar memuat helaian fiber optik dalam kelipatan 12, dengan ukuran standar 48, 60, 72, dan seterusnya.

### **2.3.2 Serabut Otot Kabel**

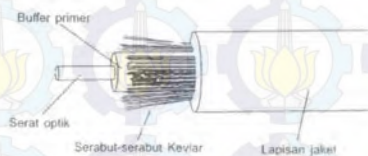
Apabila menarik sepotong kabel fiber optik, misalnya ketika memasangnya di dalam pipa *duct*, gaya yang diberikan oleh tenaga tarikan akan menjadikan lapisan pembungkus luar (jaket) meregang, dan gaya tarik tersebut akan diterima oleh fiber optik di dalamnya sehingga pecah. Untuk mencegah terjadinya hal ini, kabel serat optik diperkuat dengan menambahkan serabut-serabut ‘otot kabel’. Serabut-serabut otot ini terbuat dari bahan yang sangat kuat dengan kelenturan yang rendah, dirancang untuk menahan gaya tarikan atau tekanan yang diberikan ke kabel.

Bahan pembuat serabut biasanya adalah benang-benang aramid, atau lebih dikenal dengan nama merk dagangnya, Kevlar (® Dupont Inc.), untuk kabel-kabel ringan. Untuk kabel-kabel berat, penguat yang digunakan tipikalnya adalah batang-batang *fiber-glass* atau kawat-kawat

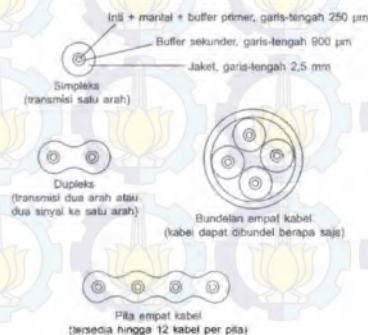
baja. Kevlar merupakan fiber-fiber sintetik yang sangat halus, berwarna kekuningan, dengan kekuatan empat kali baja untuk berat yang sama. Bahan ini dapat menahan benturan yang sangat keras dan sangat sulit untuk dirobek, sehingga menjadikannya populer untuk penggunaannya lainnya: pelindung tubuh anti peluru. Sayangnya, dibandingkan baja, Kevlar masih terlalu lentur dan harganya sangat mahal.

### 2.3.3 Desain *Buffer-Rapat*

Dengan desain *buffer-rapat*, fiber optik dibungkus rapat-rapat dengan lapisan jaket luar, sebagaimana halnya kawat-kawat tembaga dibungkus oleh lapisan isolator plastik pada kabel listrik biasa. Teknik ini memberikan perlindungan yang baik sementara tetap menjamin fleksibilitas. Kabel-kabel fiber optik dengan tipe desain ini (bagian dalam Gambar 2.8) biasanya digunakan untuk instalasi-instalasi dalam ruangan (*indoor*). Kabel-kabel *buffer-rapat* tersedia dalam beragam bentuk untuk memenuhi berbagai kebutuhan instalasi, dan dapat merupakan fiber optik modus tunggal maupun modus jamak. Tampilan irisan melintang beberapa varian kabel tipe ini diperlihatkan dalam Gambar 2.9. Kabel-kabel fiber optik plastik selalu menggunakan desain *buffer-rapat*.



**Gambar 2.8** Desain *Buffer-Rapat*



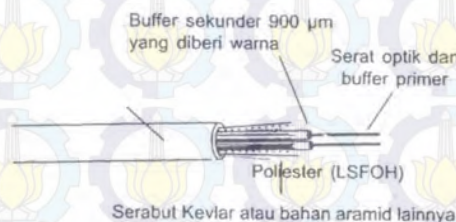
**Gambar 2.9** Varian Kabel *Buffer-Rapat*

Untuk kabel-kabel besar yang merupakan bundelan beberapa kabel fiber optik satuan, terdapat tiga cara untuk menggunakan serabut-serabut otot kabel. Serabut-serabut otot dapat diletakkan tepat di bawah jaket luar (pembungkus bundelan), atau digunakan secara langsung untuk membungkus fiber optik atau dengan kata lain, diletakkan di bawah jaket kabel satuan (*sub-jaket*). Kabel-kabel yang lebih berat biasanya menggunakan pula pilihan serabut otot di bagian pusatnya.

#### 2.3.4 Kerusakan Mekanis

Serabut-serabut otot di dalam kabel biasanya tidak memberikan perlindungan mekanis yang menyeluruh bagi kabel. Serabut-serabut otot lebih ditujukan untuk melindungi fiber di dalam kabel dari gaya tarik berlebihan, namun sebab-sebab mekanis lain dapat pula menimbulkan kerusakan, seperti misalnya benturan yang sangat keras atau gesekan dengan benda tajam (terpotong).

Untuk kabel-kabel ringan yang biasa digunakan di dalam gedung, serabut-serabut Kevlar saja masih memadai untuk memberikan perlindungan yang cukup baik bagi kabel dari kerusakan mekanis. Serabut-serabut ini dipasang tepat di bawah lapisan jaket luar kabel (Gambar 2.10).



**Gambar 2.10** Kabel Fiber Optik Ringan Dalam-Ruangan (*Indoor*)

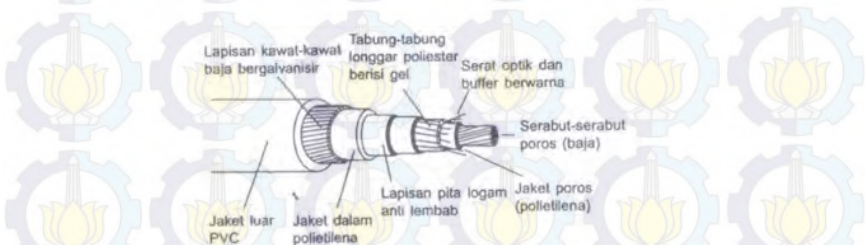
Dalam hal ini dapat pula memberikan perlindungan tambahan yang bersifat lokal (di lokasi-lokasi atau bagian-bagian tertentu saja pada kabel), seperti misalnya pada tempat-tempat di mana kabel mungkin akan rusak karena terinjak-injak atau terhimpit oleh *meubel* yang sedang dipindahkan. Sebuah bantalan karet seperti dalam Gambar 2.11 dapat digunakan untuk meredam benturan-benturan keras tersebut – mirip dengan yang biasa dijumpai pada instalasi kabel listrik.





**Gambar 2.11** Salah Satu Bentuk Pelindung Lokal

Ketika situasi yang dihadapi mengharuskan pengguna untuk menggunakan pelindung yang lebih kuat dari serabut-serabut Kevlar, teknik yang umum digunakan adalah memasang sebuah (atau beberapa) lapisan pita logam atau kawat-kawat bergalvanisir di bawah jaket luar kabel (Gambar 2.12).



**Gambar 2.12** Kabel Luar-Ruangan (*Outdoor*) untuk Ditanam Langsung

Kabel mungkin akan ditanam di bawah permukaan sebuah jalan raya di tengah kota, di mana kabel harus menahan gilas mobil-mobil yang lalu-lalang setiap saat atau pergeseran kerak Bumi, atau bahkan berisiko tercungkil oleh cangkul para kerja dinas kota yang sedang melaksanakan proyek galian. Kabel dapat pula harus diletakkan di dasar sungai atau bahkan di dasar samudera, dan menghadapi segala bahaya yang mengancam di bawah air. Dalam situasi-situasi semacam ini, biaya yang harus dikeluarkan untuk menemukan dan memperbaiki kerusakan sangat layak dipertimbangkan. Tentu saja, seberapa banyaknya pelindung tambahan yang diperlukan harus diputuskan dengan memperhatikan berbagai faktor dan kebutuhan aktual. Penggunaan lapisan-lapisan kabel bertambah besar dan berat, sehingga serabut-serabut otot kabel juga harus ditingkatkan kekuatannya (*upgraded*) untuk mencegah terjadinya kerusakan saat instalasi.

Perlu diperhatikan pula bahwa kawat-kawat bergalvanisir digunakan sebagai salah satu lapisan pelindung untuk menahan benturan dan mencegah abrasi, namun tidak untuk membantu serabut-serabut otot kabel. Lapisan pelindung ini dibentuk dengan melilitkan kawat baja secara rapat di atas jaket dalam kabel, menghasilkan sebuah kumparan berbentuk spiral. Karena lapisan pelindung ini sebenarnya tidak lebih dari sekedar lilitan kawat belaka, maka jika kabel ditarik dengan keras, lilitan tersebut akan ikut meregang sebagaimana layaknya jika menarik sebuah pegas spiral. Akibatnya, lapisan ini tidak dapat memberikan dukungan tambahan bagi serabut-serabut otot kabel untuk menahan gaya tarik.

Untuk sebuah kabel luar ruangan (*outdoor*) berat, harga dari helai-helaian fiber optik satuan itu sendiri hanyalah sepersekian saja dari harga total kabel. Sehingga, penggunaan helai-helai fiber optik cadangan di dalam kabel untuk mengantisipasi kerusakan atau peningkatan trafik di masa depan adalah jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan biaya perbaikan atau instalasi kabel baru. Helai-helai fiber optik yang dibiarkan begitu saja tidak terpakai di dalam kabel tidak akan mengalami penurunan kualitas karena waktu. Di sisi lain, memasang fiber optik tambahan di kemudian waktu akan sama halnya dengan memasang sebuah kabel baru.

### **2.3.5 Splicing Fiber Optik**

*Splicing* fiber optik adalah cara untuk menyambungkan dua kabel fiber optik. Terdapat tiga (3) masalah utama di dalam proses menyambung dua fiber optik:

- 1) Tipe kedua fiber optik harus saling kompatibel.
- 2) Ujung kedua fiber harus diletakkan sedekat-dekatnya dengan satu sama lainnya hingga menyisakan sekecil mungkin celah di antara keduanya.
- 3) Posisi kedua fiber harus dibuat saling bersesuaian seakurat mungkin di titik persambungan.

Apabila menyambungkan sebuah fiber dengan inti berukuran besar ke fiber lainnya yang memiliki inti lebih kecil, maka hanya sebagian dari cahaya yang datang dari inti berukuran besar dapat masuk ke inti yang berukuran kecil dan akibatnya sebagian daya cahaya akan hilang. Tetapi, jika cahaya merambat datang dari inti yang lebih kecil masuk ke inti yang lebih besar, seluruh bagian cahaya dapat diterima masuk dan rugi-rugi tidak terjadi.

### 2.3.6 Terminasi Fiber Optik

Terminasi kabel fiber optik adalah proses pemasangan konektor pada fiber optik. Proses ini tidak dapat dilakukan secara sembarangan, mengingat diameter kabel fiber optik sedemikian kecil, jauh lebih kecil daripada rambut manusia.

Untuk melakukan terminasi diperlukan *tool kit* yang disebut *termination kit*. Proses terminasi konektor fiber optik dimulai dengan mengupas jaket kabel dengan suatu alat yang dikenal sebagai *stripper*, lalu *core* fiber optik dipotong dengan alat *scribe*. Selanjutnya *core* fiber optik dimasukkan ke dalam konektor, yang selanjutnya direkat dengan lem *epoxy*. Setelah kering, *epoxy* ini akan dipanaskan dalam oven, untuk selanjutnya fiber optik dipoles dengan *lapping film*. Untuk mengerjakan terminasi fiber optik, seorang terminator perlu bekerja dengan presisi dan teliti.

### 2.3.7 Spesifikasi Kabel Tipikal

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai spesifikasi kabel yang diuraikan di atas, berikut ini adalah contoh detail spesifikasi dari dua buah kabel tipikal. Kabel pertama adalah kabel jaket-rapat ringan untuk penggunaan dalam ruangan (*indoor*), sedangkan yang kedua adalah kabel dengan pelindung berlapis untuk instalasi luar ruangan (*outdoor*) untuk ditanam langsung (*direct burial cable*). Perbedaan dari spesifikasi kabel *indoor* dan *outdoor* dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

**Tabel 2.1** Spesifikasi Kabel dalam Ruangan Ringan (*Indoor*)

Spesifikasi	Unit
Garis tengah kabel	4,8 mm
Jari-jari lekukan terkecil	
jangka panjang (pasca instalasi)	40 mm
saat instalasi	60 mm
Gaya tarik instalasi ( <i>installation tension</i> )	
jangka panjang (pasca instalasi)	250 N
saat instalasi	800 N
Berat	19 kg.km <sup>-1</sup>
Kisaran suhu	
instalasi	0°C hingga +60°C
operasi statis	-10°C hingga +70°C
penyimpanan	-20°C hingga +80°C



**Tabel 2.2** Spesifikasi Kabel Tanam Langsung (*Outdoor*)

Spesifikasi	Unit
Garis tengah kabel	14,8 mm
Jari-jari lekukan terkecil	
jangka panjang (pasca instalasi)	150 mm
saat instalasi	225 mm
Gaya tarik instalasi ( <i>installation tension</i> )	
jangka panjang (pasca instalasi)	600 N
saat instalasi	3000 N
Berat	425 kg.km <sup>-1</sup>
Kisaran suhu	
instalasi	0°C hingga +60°C
operasi statis	-10°C hingga +60°C
penyimpanan	-20°C hingga +70°C

### 2.3.8 Keunggulan Fiber Optik

Kenyataan bahwa fiber optik tidak menggunakan konduktor dari bahan logam dan bahkan serabut-serabut otot kabelnya pun tidak harus terbuat dari logam, mendatangkan sejumlah keunggulan tersendiri bagi kabel fiber optik.

- 1) Kekebalan terhadap interferensi listrik  
Fiber optik digelar tanpa gangguan apapun di daerah yang padat akan interferensi dan derau listrik, seperti misalnya di dekat mesin-mesin elektromotor atau tempat pembuangan muatan petir.
- 2) Komunikasi bebas percakapan-silang (*crosstalk*)  
Ketika dua buah kawat tembaga diletakkan saling bersebelahan di sepanjang jarak bentangan yang cukup jauh, radiasi elektromagnetik dari masing-masing kawat akan mengenai kawat yang lainnya, sehingga sinyal yang dibawa oleh kawat yang satu akan mengganggu sinyal pada di sebelahnya. Di dalam telekomunikasi, efek ini disebut percakapan-silang (*crosstalk*). Pada jaringan telepon, percakapan-silang mengakibatkan pendengar dapat mendengar adanya suara percakapan lain ‘di belakang’ suara percakapan itu sendiri. Percakapan-silang tidak akan mengganggu komunikasi via fiber optik bahkan jika fiber-fiber yang digunakan diletakkan sangat rapat satu sama lainnya.
- 3) Fiber optik merupakan isolator listrik  
Karena terbuat dari bahan isolator listrik, fiber optik dapat digunakan secara aman di daerah-daerah bertegangan listrik tinggi. Fiber optik tidak akan menimbulkan loncatan arus, dan

dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat yang berbeda potensi listrik tanpa bahaya timbulnya arus *loop* tanah. Selain itu, sinyal komunikasi merambat di dalam fiber optik dalam bentuk cahaya, sehingga sama sekali tidak terpengaruh oleh arus listrik.

4) *Bandwidth* yang lebih besar

Karena frekuensi gelombang cahaya sangat tinggi, maka *bandwidth* yang tersedia untuk komunikasi juga sangat lebar. Fiber optik dapat menyediakan *bandwidth* dalam bilangan beberapa *Gigahertz*. Dibandingkan dengan *bandwidth* kabel koaksial tembaga yang hanya mencapai ratusan *Megahertz*.

5) Keamanan

Karena transmisi melalui fiber optik tidak memancarkan radiasi elektromagnetik, maka komunikasi dapat dilakukan dengan sangat aman.

6) Rugi-rugi daya rendah

Fiber optik hanya menimbulkan rugi-rugi sinyal yang sangat rendah, bahkan hingga serendah  $0,2 \text{ dB.km}^{-1}$ , dan oleh karenanya jarak antar perangkat *repeater* di dalam sistem transmisi dapat dibuat jauh lebih lebar. Hal ini menurunkan jumlah perangkat *repeater* yang dibutuhkan, dan pada gilirannya menghasilkan penghematan biaya yang signifikan untuk komunikasi jarak-jauh – terlebih lagi untuk sistem-sistem bawah laut.

7) Ukuran dan berat

Fiber optik yang hanya dibungkus dengan lapisan *buffer* primer (fiber telanjang) berukuran sangat kecil dan sangat ringan, sehingga memungkinkan penggunaannya untuk aplikasi-aplikasi semisal endoskop. Bahkan setelah ditambahkan berlapis-lapis pelindung sekalipun, kabel yang dihasilkan masih jauh lebih kecil dan ringan dibandingkan dengan kabel tembaga yang setara. Hal ini jelas-jelas membawa banyak manfaat, seperti misalnya biaya transportasi yang lebih murah dan lebih banyak kabel dapat dimuatkan di dalam sebuah pipa *duct*.

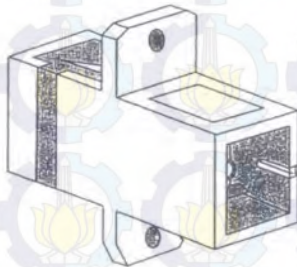
8) Sehelai fiber saja sudah cukup

Satu helaian tunggal fiber optik saja sudah cukup untuk dapat mengirimkan sinyal, sedangkan kabel tembaga membutuhkan sepasang kawat konduktor. Hal ini dikarenakan listrik hanya dapat mengalir pada sebuah rangkaian tertutup, dan sepasang kawat dibutuhkan untuk membentuk rangkaian tertutup itu.

### 2.3.9 Konektor

Konektor dan adaptor optik adalah sendi-sendi di dalam sebuah sistem transmisi fiber optik. Komponen-komponen ini memungkinkan data dikirimkan ke tujuan-tujuan yang berbeda dan memungkinkan pula disambungkannya perangkat-perangkat baru ke sistem yang dibandingkan dengan sambungan-sambungan *splice* mekanik. Hal ini dikarenakan konektor harus dapat dipasang dan dilepas, atau diganti-ganti secara berulang-ulang. Menyesuaikan persambungan dua buah fiber optik merupakan sebuah permasalahan yang cukup rumit. Apalagi jika persambungan itu harus secara berulang kali dipasang dan dilepaskan sementara tetap memperhatikan kinerja yang optimal.

Apabila dua buah fiber optik hendak disambungkan, masing-masing fiber akan memiliki konektor di salah satu ujungnya, dan kedua konektor ini akan ditancapkan ke sebuah adaptor yang sama. Adaptor pada dasarnya adalah sebuah tabung berfungsi sebagai penyangga kedudukan sambungan, yang menjamin posisi sambungan senantiasa bersesuaian (*aligned*). Contoh adaptor optik diperlihatkan sebagai pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13** Contoh Adaptor Optik

Meskipun terdapat beragam model di pasaran dan satu sama lainnya diklaim saling kompatibel, merupakan hal yang bijak jika kita menggunakan pasangan konektor dan adaptor dari satu pabrikan yang sama. Desain konektor optik merupakan modifikasi dari desain konektor untuk kabel tembaga koaksial, yang disesuaikan untuk kondisi komunikasi berbasis cahaya. Sebuah potongan fiber optik telanjang beberapa meter biasanya disambungkan secara permanen ke konektor, membentuk ‘ekor’ (*pigtail*) bagi konektor tersebut. Bagian ekor ini



kemudian akan disambungkan ke sistem utama dengan menggunakan *splice*.

Sebagian besar konektor yang ada saat ini terlebih dulu dipasang ke kabel dengan menggunakan sebuah perangkat khusus, walau konektor-konektor terpasang yang siap pakai tersedia pula dipasaran. Manfaat yang paling jelas dari penggunaan konektor siap pakai atau konektor dengan *pigtail* adalah bahwa tidak perlu direpotkan dengan memasang konektor tersebut pada ujung kabel.

Memasang sebuah *splice* mekanik, atau bahkan *splice* fusi sekalipun, merupakan hal yang lebih mudah ketimbang memasang sebuah konektor, sehingga menyerahkan urusan ini kepada pihak pabrikan akan menghemat banyak waktu sekaligus menjamin hasil dan tingkat presisi yang lebih baik. Konektor ini selalu disediakan dengan sebuah tutup plastik penahan debu yang berfungsi melindungi fiber optik 'ekor' dari kerusakan dan kontaminasi. Konektor yang tidak dilengkapi dengan tutup penahan debu ini bukan merupakan sebuah produk yang bagus.

#### **2.3.10 Parameter-parameter Konektor**

Berikut adalah parameter-parameter utama yang biasa disebutkan di dalam lembar spesifikasi teknis konektor, yaitu:

##### **1) Rugi insersi**

Parameter ini merupakan ukuran terpenting bagi kinerja sebuah konektor. Bayangkan sebuah kabel fiber optik yang terputus di bagian tengahnya dan kemudian harus disambungkan kembali dengan menggunakan dua buah konektor dan sebuah adaptor optik. Dalam keadaan ini, rugi daya seluruh sistem akan terlihat bertambah sebesar 0,4 dB, dan nilai inilah yang merupakan besaran rugi insersi. Rugi insersi tersebut timbul pada titik persambungan akibat digunakannya konektor-konektor. Rugi insersi konektor hanya akan terjadi jika sepasang konektor saling disambungkan, sehingga jika pada lembar spesifikasi teknis pihak pabrikan menyebutkan besaran rugi insersi senilai  $\times$  dB per konektor, yang sesungguhnya dimaksud adalah rugi insersi karena penggunaan sepasang konektor dengan tipe yang sama.

Nilai-nilai yang tipikal untuk rugi insersi adalah 0,2-0,5 dB per pasangan konektor, namun standar-standar internasional mengizinkan rugi insersi hingga maksimum 0,75 dB.

2) Rugi jalur-balik

Parameter ini mengukur besarnya pantulan Fresnel yang terjadi pada persambungan konektor-konektor. Energi cahaya akan dipantulkan balik sebagiannya ketika mencapai konektor, dan merambat balik menuju ke sumber cahaya. Untuk sumber cahaya berupa laser dan LED yang bekerja pada modus jamak, cahaya akan terpantul balik ini tidak akan memberikan dampak yang signifikan pada kinerjanya. Sehingga, rugi jalur-balik biasanya dianggap dapat diabaikan dan tidak disebutkan di dalam spesifikasi teknis. Dengan fiber optik modus tunggal, energi balik ini akan memberikan pengaruh yang cukup besar pada kinerja laser, sehingga akan menghasilkan *output* yang mengandung derau tinggi. Pabrikasi laser biasanya akan selalu memberikan nilai rugi jalur-balik yang dapat ditoleransi oleh produknya.

Nilai tipikal: -40 dB.

3) Ketahanan sambungan

Disebut juga laju kenaikan rugi insersi. Parameter ini mengukur seberapa besarnya rugi insersi akan bertambah dengan semakin seringnya konektor digunakan – dipasang dan dilepaskan secara berulang-kali.

Nilai tipikal: 0,2 dB per 1000 kali penggunaan.

4) Suhu kerja

Parameter ini jelas-jelas menginformasikan suhu kerja yang ideal untuk produk konektor yang bersangkutan, dan pastinya sesuai dengan spesifikasi untuk kabel fiber optik.

Nilai tipikal: -25°C hingga +80°C.

5) Retensi kabel

Disebut juga kekuatan *tensil* atau beban tarikan maksimum. Parameter ini mengukur beban tarikan terbesar yang dapat diterima oleh konektor sebelum terlepas dari kabel. Besaran ini memiliki nilai yang mendekati beban tarikan instalasi untuk sebuah kabel ringan.

Nilai tipikal: 200 N.

6) Konsistensi sambungan (*repeatability*)

Parameter ini mengukur seberapa jauh konsistensi nilai dari besaran rugi insersi jika konektor dilepaskan dan kemudian disambungkan kembali. Ini bukan mengukur permasalahan keausan atau ausnya alat secara fisik sebagaimana halnya parameter ketahanan sambungan, namun lebih merupakan

indikator yang menyatakan seberapa identiknya jalur cahaya yang terbentuk di titik persambungan setiap kali konektor disambungkan.

Parameter ini penting, namun tidak selalu disebutkan di dalam lembar spesifikasi teknis, karena sulitnya menemukan suatu metode yang seragam untuk mengukurnya. Sebagian pabrikan mencantumkan nilai eksak di dalam spesifikasi teknis untuk produknya; sebagian lagi hanya sekadar memberikan ukuran kualitatif, seperti ‘tinggi’ atau ‘sangat tinggi’. Nilai rugi insersi yang disebutkan seharusnya merupakan nilai rata-rata sepanjang waktu untuk sebuah pasangan konektor, sehingga faktor konsistensinya jelas harus diperhitungkan pula.

#### 7) Skema warna

Terdapat sebuah skema warna yang dianjurkan oleh badan standarisasi internasional, yang menyatakan bahwa warna-warna berikut ini harus diletakkan pada bagian ‘yang terlihat’ dari badan konektor dan adaptor optik.

- Modus jamak : coklat muda
- Modus tunggal : biru

Selain itu, standar ISO 11801:2002 menambahkan pula bahwa konektor-konektor APC untuk fiber modus tunggal harus berwarna hijau.

## 2.4 Komunikasi *Wireless* [5], [6]

Teknologi utama yang banyak digunakan untuk membuat jaringan nirkabel adalah keluarga protokol 802.11, dikenal juga sebagai *Wireless Fidelity* (Wi-Fi). Keluarga protokol 802.11 dari protokol radio (802.11a, 802.11b, dan 802.11g) telah menikmati popularitas yang luar biasa di Amerika Serikat dan Eropa. Dengan menggunakan keluarga protokol yang sama, para produsen di seluruh dunia telah membuat peralatan yang saling *interoperable*.

Ada banyak protokol di keluarga 802.11 dan tidak semua berhubungan langsung dengan protokol radio itu sendiri. Pada penelitian Tugas Akhir ini menggunakan dua (2) standar nirkabel, yaitu:

- 802.11b

Disahkan juga oleh IEEE pada tanggal 16 September 1999, 802.11b adalah protokol jaringan nirkabel yang paling populer yang dipakai saat ini. Protokol ini memakai modulasi yang dikenal sebagai *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS) di bagian dari



ISM band dari 2.400 sampai 2.495 GHz. Kecepatan maksimum 11 Mbps.

- 802.11g

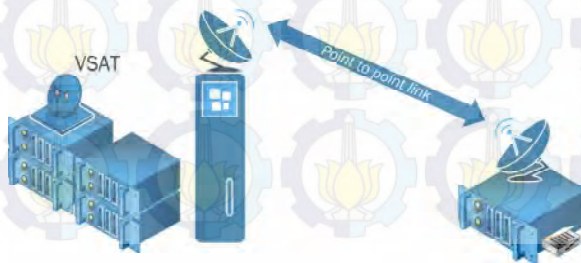
Karena belum disahkan sampai Juni 2003, 802.11g merupakan pendatang yang telat di pasar nirkabel. Protokol ini sekarang menjadi standar protokol jaringan nirkabel *de facto* karena protokol ini digunakan pada semua laptop atau notebook dan alat-alat *handheld* lainnya. 802.11g memakai ISM band yang sama dengan 802.11b, tetapi memakai modulasi bernama *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing* (OFDM). Kecepatan maksimum data mencapai 54 Mbps.

#### 2.4.1 Perancangan Jaringan Fisik

Pada bahasan ini dijelaskan mengenai pengaturan peralatan sehingga dapat mencapai pengguna nirkabel lain, dalam hal penelitian ini adalah objek penelitian. Jaringan nirkabel ini diatur dalam tiga (3) konfigurasi logis, yakni:

- 1) *Point-to-point*

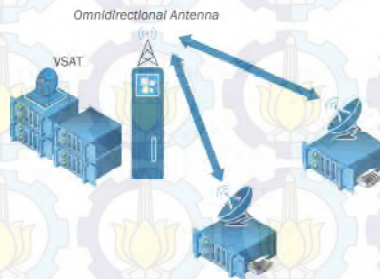
Sambungan *point-to-point* ini berguna untuk akses data dan jaringan pengguna lain. Sambungan ini dapat digunakan membuat kedua bangunan tersambung. *Very Small Aperture Terminal* (VSAT) merupakan stasiun penerima sinyal dari satelit dengan antenna penerima berbentuk piringan dengan diameter kurang dari tiga meter. VSAT ini hanya memiliki jangkauan jaringan yang pendek sehingga diperlukan sambungan agar pengguna lain dapat terhubung. Dengan antenna yang tepat dan *line of sight*, sambungan *point-to-point* dapat melebihi tiga puluh kilometer. Contoh sederhana sambungan *point-to-point* dapat dilihat pada Gambar 2.14.



**Gambar 2.14** Sebuah Sambungan *Point-to-Point*

## 2) *Point-to-multipoint*

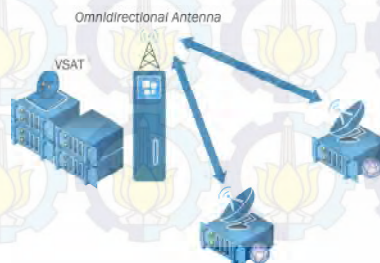
Tata letak jaringan yang sering dihadapi adalah *point-to-multipoint*. Apabila beberapa *node* terhubung ke pusat akses, ini merupakan aplikasi *point-to-multipoint*. Contoh dari tata letak ini adalah penggunaan *access point* nirkabel yang menyediakan sambungan ke beberapa peralatan. Peralatan tidak berkomunikasi satu sama lain secara langsung, tetapi harus dalam wilayah *access point* untuk dapat menggunakan jaringan. Gambar 2.15 merupakan contoh aplikasi *point-to-multipoint*.



**Gambar 2.15** Pusat VSAT Berbagi dengan Banyak Situs Jauh

## 3) *Multipoint-to-multipoint*

Tata letak jaringan yang ketiga adalah jaringan *multipoint-to-multipoint*, yang juga disebut sebagai *ad-hoc* atau jaringan *mesh*. Dalam jaringan *multipoint-to-multipoint*, tidak ada kewenangan pusat. Setiap *node* pada jaringan dapat membawa lalu lintas data dari setiap *node* lainnya yang memerlukan dan semua *node* berkomunikasi satu sama lain secara langsung. Contoh *multipoint-to-multipoint* pada Gambar 2.16.



**Gambar 2.16** Sebuah *Multipoint-to-Multipoint Mesh*

Manfaat dari tipe topologi jaringan ini bahwa walaupun tidak ada satupun *node* yang tersambung ke *access point*, namun dapat tetap berkomunikasi satu sama lain. Implementasi jaringan *mesh* yang baik akan mampu memperbaiki diri, yang berarti bahwa jaringan secara otomatis mendeteksi masalah *routing* dan memperbaikinya sesuai kebutuhan.

Dua (2) kerugian topologi *mesh*, yaitu peningkatan kompleksitas dan kinerja yang lebih rendah. Keamanan jaringan *mesh* dikhawatirkan, karena setiap perangkat berpotensi membawa lalu lintas dari *node* lainnya. Jaringan *multipoint-to-multipoint* cenderung sulit untuk dilakukan *troubleshoot*, karena banyaknya perubahan variabel karena banyaknya *node* yang bergabung dan meninggalkan jaringan.

#### 2.4.2 Jaringan Nirkabel 802.11

Ketika dua *card wireless* yang dikonfigurasi untuk menggunakan protokol yang sama pada saluran radio yang sama, maka mereka siap untuk bernegosiasi konektivitas pada lapisan *data link*. Setiap perangkat 802.11a/b/g dapat beroperasi menggunakan salah satu dari empat kemungkinan mode, yakni *Modus Master*, *Modus Managed*, *Modus Ad-hoc*, dan *Modus Monitor*. Pada penelitian Tugas Akhir ini digunakan *Modus Master (Access Point)* dan *Modus Managed (Modus Klien)*. Berikut adalah penjelasannya:

1) *Modus Master*

Disebut AP atau mode infrastruktur yang digunakan untuk memberikan layanan seperti jalur akses tradisional. *Card* nirkabel membuat jaringan dengan nama tertentu (disebut *Service Set Identifier* atau SSID) dan kanal tertentu, dan menawarkan layanan untuk jaringan tersebut. Sementara dalam *master mode*, *card* nirkabel mengatur semua komunikasi yang berhubungan dengan jaringan (*authenticating* klien nirkabel, penanganan perebutan kanal, pengulangan paket, dan lain-lain). *Card wireless* pada mode *master* hanya dapat berkomunikasi dengan *card* yang terkait dengan itu di *modus managed*.

2) *Modus Managed*

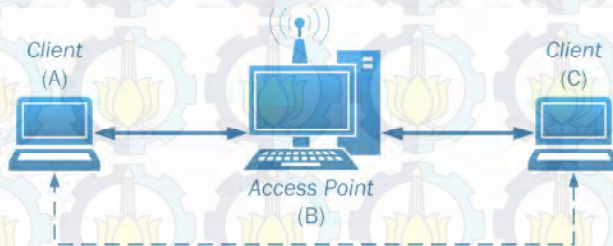
Disebut sebagai modus klien. *Card* nirkabel di modus *managed* akan bergabung dengan jaringan yang diciptakan oleh master, dan secara otomatis akan menyesuaikan ke kanal yang digunakan master. Mereka kemudian mengirimkan data kepercayaan (*credential*) kepada master, dan jika data kepercayaan diterima,



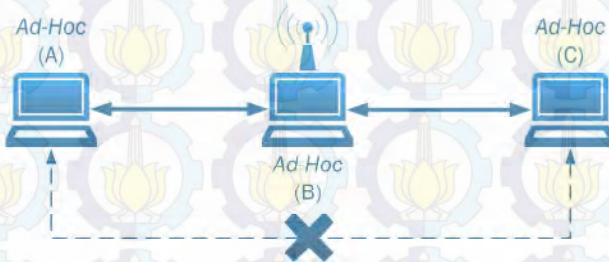
kedua modus ini dikatakan berasosiasi (*associated*) dengan master. *Card* dalam *Modus Managed* tidak berkomunikasi dengan satu sama lain secara langsung, dan hanya akan berkomunikasi dengan master.

Perbedaan jaringan *access point* dan *client* dengan *ad-hoc* terdapat pada komunikasi antar-perangkat. Gambar 2.17 adalah ilustrasi dari perbedaan tersebut.

*Client A dan C dalam jangkauan Access Point B tetapi tidak satu sama lain. Access Point akan meneruskan trafik antara dua node.*



Dalam pengaturan yang sama, *Ad-Hoc node A dan C* dapat berkomunikasi dengan node B, tapi tidak dengan satu sama lain.



**Gambar 2.17** Perbedaan Dasar Jaringan *Access Point* dengan *Ad-hoc*

## 2.5 Model Protokol Komunikasi TCP/IP [5]

Model *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP) bukan standar internasional dan definisinya dapat berbeda-beda. Namun demikian, sering dipakai sebagai model praktis untuk mengerti dan mencari kesalahan dalam jaringan internet. Mayoritas internet memakai TCP/IP, dan oleh sebab itu dapat dibuat beberapa asumsi tentang jaringan-jaringan yang membuat lebih mudah untuk mengerti. Model TCP/IP dari jaringan digambarkan dalam lima lapisan sesuai Tabel 2.3.

**Tabel 2.3** Lapisan Model TCP/IP

Lapisan	Nama
7 Aplikasi	Lapisan Aplikasi adalah lapisan yang paling banyak dilihat atau digunakan oleh pengguna jaringan. Pada lapisan ini interaksi dengan manusia dilakukan. HTTP, FTP, dan SMTP adalah contoh protokol di lapisan aplikasi. Manusia berada di lapisan ini dan berinteraksi dengan aplikasinya.
4 Transpor	Lapisan Transpor memberikan metode untuk mencapai jasa tertentu di sebuah <i>node</i> di jaringan. Contoh protokol yang bekerja pada lapisan ini adalah <i>Transmission Control Protocol</i> (TCP) dan <i>User Datagram Protocol</i> (UDP). Beberapa protokol pada lapisan transpor, seperti TCP, akan memastikan bahwa semua data tiba di tujuan dengan selamat, dan akan merakit, dan memberikan ke lapisan selanjutnya dalam urutan yang benar. Sementara UDP adalah sebuah protokol ' <i>connectionless</i> ' yang biasanya digunakan untuk <i>streaming</i> video dan audio.
3 Jaringan	IP (Internet Protokol) adalah protokol yang sering digunakan pada lapisan jaringan (lapisan <i>network</i> ). Lapisan ini adalah lapisan di mana proses <i>routing</i> terjadi. Paket akan meninggalkan sambungan jaringan lokal dan dikirim ulang ke jaringan lain. <i>Router</i> menjalankan fungsi ini di sebuah jaringan dengan mempunyai paling tidak dua antarmuka jaringan, satu untuk setiap jaringan agar dapat saling terinterkoneksi. <i>Node</i> di internet dapat dihubungi melalui alamat IP yang unik secara global. Sebuah protokol di lapisan jaringan ( <i>network</i> ) yang sangat penting adalah <i>Internet Control Message Protocol</i> (ICMP), yang merupakan protokol khusus yang memberikan berbagai berita manajemen jaringan yang dibutuhkan untuk operasi IP yang benar. Lapisan ini kadang kala dikenal sebagai lapisan Internet.
2 <i>Data link</i>	Pada saat dua atau lebih <i>node</i> berbagi media fisik yang sama, contoh, beberapa komputer tersambung ke seluruh <i>hub</i> , atau sebuah ruangan yang penuh dengan peralatan <i>wireless</i> yang semua menggunakan kanal yang sama, maka beberapa komputer tersebut akan menggunakan lapisan <i>data link</i> untuk berkomunikasi satu sama lain. Contoh protokol <i>data link</i> yang sering digunakan adalah <i>EtherNet</i> , <i>Token Ring</i> , ATM, dan protokol jaringan <i>wireless</i> (802.11a/b/g). Komunikasi pada lapisan ini semua terjadi secara lokal, karena semua <i>node</i> yang tersambung pada lapisan ini berkomunikasi satu sama lain secara langsung. Lapisan ini kadang kala dikenal sebagai lapisan <i>Media Access Control</i> (MAC).

**Tabel 2.3** Lapisan Model TCP/IP

Lapisan	Nama
2 <i>Data link</i>	Pada jaringan yang banyak digunakan adalah model <i>EtherNet</i> , <i>node</i> dikenali oleh alamat MAC perangkat tersebut. Alamat MAC adalah nomor 48-bit yang unik yang diberikan ke semua peralatan/ <i>card</i> jaringan pada saat dibuat.
1 Fisik	Lapisan Fisik adalah lapisan paling bawah pada model <i>Open Systems Interconnection</i> (OSI), biasanya mengacu pada media fisik di mana komunikasi terjadi. Lapisan fisik dapat berupa kabel LAN CAT5, sekumpulan kabel fiber optik, gelombang radio, pada dasarnya medium yang dapat digunakan untuk mengirimkan sinyal. Kabel terpotong, fiber rusak, dan kerusakan radio adalah masalah yang terjadi di lapisan fisik.

## 2.6 *Piping and Instrumentation Diagrams* (P&ID) [7]

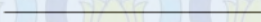

P&ID adalah diagram di industri proses yang menunjukkan pipa dari proses mengalir bersama dengan peralatan dan instrumentasi yang dipasang. P&ID ini biasanya menggambarkan proses *plant* secara keseluruhan beserta sistem kendali yang terpasang, meliputi unit *plant*, *product flow*, sinyal transmisi, sensor, kontroler, dan aktuator. Serta terdapat simbol berupa angka dan huruf khusus untuk setiap jenis instrumen.

Setiap gambar diagram beserta penamaan instrumen pada P&ID memiliki kode-kode unik tertentu. Ada 4 klasifikasi umum dalam penggambaran (*drawings*) P&ID, yaitu untuk sinyal dan *product flow*, instrumen, elemen proses, dan aktuator.

### 2.6.1 Sinyal dan *Product Flow*

Sinyal dan *product flow* disimbolkan dengan sebuah garis jenis sinyal yang ditransmisikan. Ada berbagai macam garis yang digunakan dalam penggambaran P&ID. Pada Tabel 2.4 menjelaskan penggunaan masing-masing garis berdasarkan fungsinya masing-masing.

**Tabel 2.4** P&ID – Simbol Sinyal dan *Product Flow*

Simbol Garis	Makna
	<i>Product flow</i> atau koneksi ke proses
	Sinyal tak terdefinisi















**Tabel 2.4 P&ID – Simbol Sinyal dan *Product Flow***

Simbol Garis	Makna
	Sinyal pneumatik (3-15 psi)
 atau 	Sinyal listrik analog (4-20mA, 0-5V, 1-5V, 0-10V, dan lain-lain)
	Sinyal hidrolik
	Tabung kapiler
	Sinyal sonik atau elektromagnetik – <i>Guided</i> (panas/kalor, radio, cahaya, radiasi nuklir)
	Sinyal sonik atau elektromagnetik – <i>Not Guided</i> (panas/kalor, radio, cahaya, radiasi nuklir)
	Jalur transmisi data ( <i>data link</i> )
	Jalur mekanik
<b>Simbol Opsional Biner (ON/OFF)</b>	
	Sinyal pneumatik biner
 atau 	Sinyal listrik biner

## 2.6.2 Simbol Instrumen

Instrumen disimbolkan dengan berbagai bentuk bidang datar dua dimensi, seperti persegi, lingkaran, segi enam, dan sebagainya. Tabel 2.5 adalah penjelasan mengenai simbol-simbol untuk jenis instrumen.




**Tabel 2.5 P&ID – Simbol Instrumen**

	Di Lokasi Utama (Dapat Diakses Operator)	Di Lapangan	Di Lokasi Pelengkap (Dapat Diakses Operator)
<b>Instrumen Diskrit</b>			
<b>Instrumen Display</b>			
<b>Komputer</b>			
<b>PLC</b>			






### 2.6.3 Simbol Elemen Proses dan Aktuator

Untuk elemen proses dan aktuator memiliki simbol unik yang mengilustrasikan komponen penyusunnya maupun prinsip kerjanya. Pada Tabel 2.6 menjelaskan beberapa contoh simbol untuk elemen proses dan aktuator.

**Tabel 2.6 P&ID – Simbol Elemen Proses dan Aktuator**

Simbol	Makna
	<i>Valve</i>
	Aktuator yang dapat dikendalikan oleh tangan manusia
	Aktuator berupa motor, dapat berupa motor listrik, motor pneumatik, maupun motor hidrolik

**Tabel 2.6 P&ID – Simbol Elemen Proses dan Aktuator**

Simbol	Makna
	<i>Control Valve</i> yang dapat dikendalikan tangan manusia
	<i>Valve 2 jalur, fail open</i>
	<i>Valve 2 jalur, fail closed</i>
	<i>Solenoid</i>
	<i>Interlock logic</i>

#### 2.6.4 Kode Identifikasi

Dalam P&ID juga ditentukan sebuah aturan mengenai penamaan dari simbol-simbol yang tertera pada tabel sebelumnya. Penamaan ini diberikan berdasarkan standar kode pada Tabel 2.7.

**Tabel 2.7 P&ID – Kode Identifikasi**

Simbol	Huruf Pertama	Huruf Selanjutnya
A	<i>Analysis</i>	<i>Alarm</i>
B	<i>Burner, Combustion</i>	-
C	<i>Unspecified</i>	<i>Control, Controller</i>
D	<i>Unspecified</i>	-
E	<i>Voltage</i>	<i>Sensor, Primary Element</i>
F	<i>Flow Rate</i>	-
G	<i>Unspecified</i>	<i>Glass, Viewing device</i>
H	<i>Hand</i>	<i>High</i>
I	<i>Current</i>	<i>Indication, Readout</i>
J	<i>Power</i>	-
K	<i>Time, Time Schedule</i>	<i>Control Station</i>
L	<i>Level</i>	<i>Light, Low</i>
M	<i>Unspecified</i>	<i>Middle, Immidiate</i>
N	<i>Unspecified</i>	-

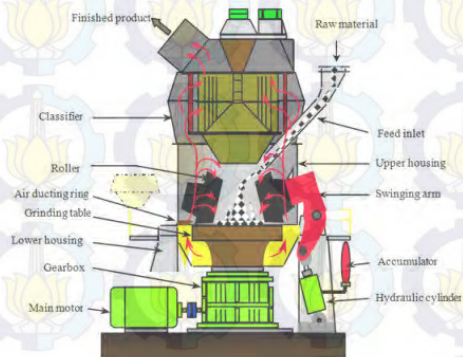


**Tabel 2.7 P&ID – Kode Identifikasi**

Simbol	Huruf Pertama	Huruf Selanjutnya
O	<i>Unspecified</i>	<i>Orifice, Restriction</i>
P	<i>Pressure, Vacuum</i>	<i>Point, Test Point</i>
Q	<i>Quantity</i>	-
R	<i>Radiation</i>	<i>Record, Recorder</i>
S	<i>Speed, Frequency</i>	<i>Switch</i>
T	<i>Temperature</i>	<i>Transmit, Transmitter</i>
U	<i>Multivariable</i>	<i>Multifunction</i>
V	<i>Vibration, Mechanical</i>	<i>Valve, Damper, Louver</i>
X	<i>Weight, Force</i>	<i>Well</i>
Y	<i>Event, State</i>	<i>Relay, Compute, Convert</i>
Z	<i>Position, Dimension</i>	<i>Driver, Actuator</i>

## 2.7 Plant OK Mill FLSmidth [8]

Alat utama yang digunakan dalam proses penggilingan dan pengeringan bahan baku pada proses produksi semen adalah *Vertical Roller Mill (VRM)* atau sering disebut dengan *New Vertical Mill (NVM)*. Pada Pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) merek NVM yang digunakan adalah *OK Mill* buatan FLSmidth dari Denmark. Komponen-komponen pada VRM digambarkan pada Gambar 2.18.



**Gambar 2.18** Komponen OK Mill FLSmidth

Media pengeringnya adalah udara panas yang berasal dari siklon-*preheater*. Udara panas tersebut juga berfungsi sebagai media pembawa bahan-bahan yang telah halus menuju alat proses selanjutnya. Alat-alat

yang mendukung proses ini, yaitu *Cyclone*, *Electrostatic Precipitator* (EP), *Stack*, dan *Dust Bin*.

Bahan baku masuk ke dalam VRM pada bagian tengah (tempat penggilingan), sementara itu udara panas masuk ke dalam bagian bawahnya. Material yang sudah tergiling halus akan terbawa udara panas keluar *raw mill* melalui bagian atas alat tersebut.

Sementara itu partikel yang ukurannya telah memenuhi kebutuhan akan terbawa udara panas menuju *cyclone*. *Cyclone* berfungsi untuk memisahkan antara partikel yang cukup halus dan partikel yang terlalu halus (debu). Partikel yang cukup halus akan turun ke bagian bawah *cyclone* dan dikirim ke *blending silo* untuk mengalami pengadukan dan homogenisasi.

Partikel yang terlalu halus (debu) akan terbawa udara panas menuju *Electrostatic Precipitator* (EP). Alat ini berfungsi untuk menangkap debu-debu tersebut sehingga tidak lepas ke udara. Efisiensi alat ini adalah 95-98%. Debu-debu yang tertangkap, dikumpulkan di dalam *dust bin*, sementara itu udara akan keluar melalui *stack*. Untuk spesifikasi dari *Plant OK Mill FLSmidth* dapat dilihat pada Gambar 2.19.

Ini merupakan tahap penggilingan pertama menggunakan alat yang bernama *raw mill*. Bahan baku umumnya mengandung kadar oksida utama seperti CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Di tahap *raw material* di tentukan nilai paramaternya seperti LSF (rasio CaO terhadap ketiga oksida lainnya), SM (rasio SiO<sub>2</sub> terhadap Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), dan AM (rasio Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

#### GRINDING TABLE

- *Diameter*: 5600 mm
- *Speed*: 22,2 1/min
- *Weight of table Liners*: 19.692 T

#### GRINDING ROLLERS

- *Number of Roller*: 4
- *Roller diameter*: 2480 mm
- *Roller width*: 1010 mm
- *Weight of Liners*: 4 x 4.808 T



**Gambar 2.19** Spesifikasi OK Mill FLSmidth

Material utama seperti batu kapur dan *clay* akan dicampur dengan *corrective material* seperti pasir besi dan pasir silika. Keempat bahan dari masing-masing *bin* akan ditakar secara otomatis menggunakan *load cell*

lalu diumpangkan ke *raw mill* melalui *belt conveyor*. Gambar 2.21 adalah *plant OK Mill FLSmidth* Pabrik Tuban 1.

Proses yang terjadi di *OK Mill* ada 4 macam, yaitu *grinding*, *drying*, *classifying*, dan *transporting*. Tahapan dari proses tersebut adalah:

1) *Grinding*

Material akan digiling dari ukuran masuk sekitar 7,5 cm menjadi max 90  $\mu\text{m}$ . Penggilingan menggunakan gaya sentrifugal di mana material yang diumpangkan dari atas akan terlempar ke samping karena putaran *table* dan akan tergerus oleh *roller* yang berputar karena putaran *table* itu sendiri.

2) *Drying*

Material akan mengalami pengeringan dengan target kadar moisture max 1%. Proses ini memanfaatkan panas gas sisa dari *preheater-kiln*. Material yang telah digiling akan kontak langsung dengan *hot gas* yang masuk melalui *nozzle louver ring*. Material keluar *raw mill* bersuhu sekitar 80°C, gas masuk bersuhu 300-350°C dan keluar bersuhu 90-100°C.

3) *Classifying*

Atau bisa disebut *separating*, maksudnya adalah material yang telah digiling oleh *roller* akan terangkat oleh gas panas melewati *separator* yang ada di bagian atas *table*, material yang telah cukup lembut sesuai target akan lolos melewati *separator* sedangkan material masih kasar akan jatuh kembali ke *table* untuk digiling.

4) *Transporting*

Seperti yang disebutkan di proses *classifying*, gas panas selain sebagai pengering material juga sebagai alat transportasi ke proses selanjutnya. Produk *raw mill* yang disebut *raw meal* akan dibawa gas melewati beberapa *cyclone* sebagai alat *separator* terakhir.

Pada Pabrik Tuban 1 & 2 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, terdapat tiga subsistem utama yang menyusun *OK Mill FLSmidth*. Ketiga subsistem itu adalah subsistem 540RL1, 540GL1, dan 540HS1. 540RL1 merupakan sistem lubrikasi pada *roller*, sedangkan 540GL1 merupakan sistem lubrikasi pada *gear*. 540HS1 merupakan sistem hidrolik. Untuk lebih jelasnya akan dibahas pada bagian berikutnya.

### 2.7.1 Subsistem *Plant OK Mill FLSmidth*

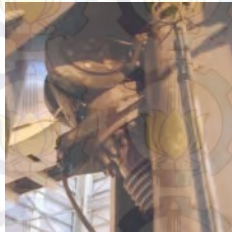
*Plant OK Mill FLSmidth* dibagi menjadi tiga (3) subsistem, yaitu *Roller Lubrication* (540RL1), *Gear Lubrication* (540GL1), dan *Hydraulics System* (540HS1) yang akan dijelaskan sebagai berikut.



### **2.7.1.1 Subsistem Lubrikasi Rollers 540RL1**

Sistem Lubrikasi 344CL01 memiliki fungsi utama, yaitu untuk melubrikasi *bearing Atox rollers* (OK Mill Rollers) selama *start-up* dan operasi. Sistem lubrikasi ini terdiri dari 4 sistem oli yang terpisah, masing-masing terdiri dari satu tangki oli dengan *feed pump* dan *return pump*. Tujuan utama dari pompa adalah untuk mempertahankan level oli yang benar dalam *roller*. *Return pump* memiliki kapasitas yang lebih tinggi dari *feed pump*. *Roller* dapat dioperasikan baik secara berpasangan (1&3 atau 2&4) atau semuanya pada satu waktu.

Setiap tangki oli dilengkapi dengan elemen pemanas (*heating element*) untuk memanaskan oli sampai suhu operasi yang tepat. Dalam *feed* dan *return line* di keempat sistem tersebut terdapat *filter* untuk membersihkan oli dan pada *feed line* terdapat udara yang didinginkan oleh *heat exchangers* untuk mendinginkan oli jika diperlukan. Pemanasan dan pendinginan udara didasarkan pada pengukuran suhu di masing-masing tangki dan dikendalikan dari panel kontrol lokal. Gambar 2.20 adalah gambaran subsistem 540RL1.



**Gambar 2.20** Subsistem 540RL1

### **2.7.1.2 Subsistem Lubrikasi Gears 540GL1**

Fungsi utama pelumasan subsistem ini adalah untuk mencegah kontak logam antara semua bagian *rotary* di unit *gear* dan untuk mengalihkan panas dari zona tekanan. Sistem pelumasan terdiri dari sebuah tangki oli, sirkuit bertekanan rendah, sirkuit bertekanan tinggi, dan *return line*.

Sirkuit bertekanan rendah memberikan oli kepada semua *gear mesh* dan *bearing*, dan juga digunakan untuk memanaskan *gearbox* ketika suhu di bawah suhu operasi normal. Sirkuit bertekanan tinggi memberikan oli ke *thrust pads*. *Return line* mengarahkan oli dari *gearbox* kembali ke tangki oli.

Sirkuit bertekanan rendah terdiri dari pompa M01 & M11 dan digunakan untuk pelumasan. Dalam deretan pelumasan terdapat dua *filter* paralel untuk membersihkan minyak. Selain itu juga terdiri dari air yang didinginkan oleh *heat exchanger* yang dikontrol oleh *valve* motor untuk mendinginkan minyak jika diperlukan. Sedangkan pada sirkuit bertekanan tinggi terdiri dari 4 pompa M03-M06 yang mengirimkan oli dari bagian H.P. tangki ke *gear unit*. Subsistem 540GL1 dapat dilihat pada Gambar 2.21.



**Gambar 2.21** Subsistem 540GL1

### **2.7.1.3 Subsistem Hidrolik 540HS1**

Sistem hidrolik memiliki peran untuk menjaga tekanan penggilingan dalam jarak yang telah ditetapkan, dan mengatur posisi (atas/bawah) dari *grinding roll* (penggilingan).

Sistem hidrolik terdiri dari unit pompa hidrolik (tangki oli, *valve*, dan pompa hidrolik), 4 silinder hidrolik kontrol, dan satu set koneksi antara unit pompa dan silinder.

Tangki minyak juga dilengkapi dengan elemen pemanas dan pompa sirkulasi untuk memanaskan oli pada sistem operasi yang sesuai. Dalam sirkulasi oli motor, dilengkapi dengan *filter* untuk membersihkan oli, dan sebuah pendingin udara panas untuk mendinginkan oli. Pemanasan dan sirkulasi tersebut, berdasarkan pengukuran suhu tangki oli yang dikendalikan dari sub kontrol sistem; *heat exchanger* untuk pendingin udara juga dikendalikan oleh sensor suhu di tangki oli.

Pompa hidrolik memasok oli melalui *valve block* ke silinder. Tekanan *grinding* dan posisi *roller grinding* dikendalikan dengan *starting* dan *stopping* pompa hidrolik dan dengan membuka dan menutupnya *valve*. Subsistem 540HS1 dapat dilihat pada Gambar 2.22.



**Gambar 2.22** Subsistem 540HS1

### **2.7.2 Prinsip Operasi *Plant OK Mill FLSMidth***

Material diumpunkan ke *mill* melalui *inlet chute*. Dari sini material jatuh ke *grinding table* dan mengalir ke depan menuju *grinding track* dimana material digiling sebagai akibat tekanan dan getaran antara *grinding roller* dan *grinding track*. Akibat gaya sentrifugal, menyebabkan material yang telah halus terbawa menuju keluar dari *grinding table*.

Udara panas dari pipa yang masuk pada *nozzle ring* membawa material hasil penggilingan naik menuju *mill housing*. Material sisa (kurang halus) disirkulasikan ulang ke *grinding track* untuk mendapatkan penggilingan tambahan, sedangkan material yang sudah bagus (halus) diangkat naik menuju *separator*.

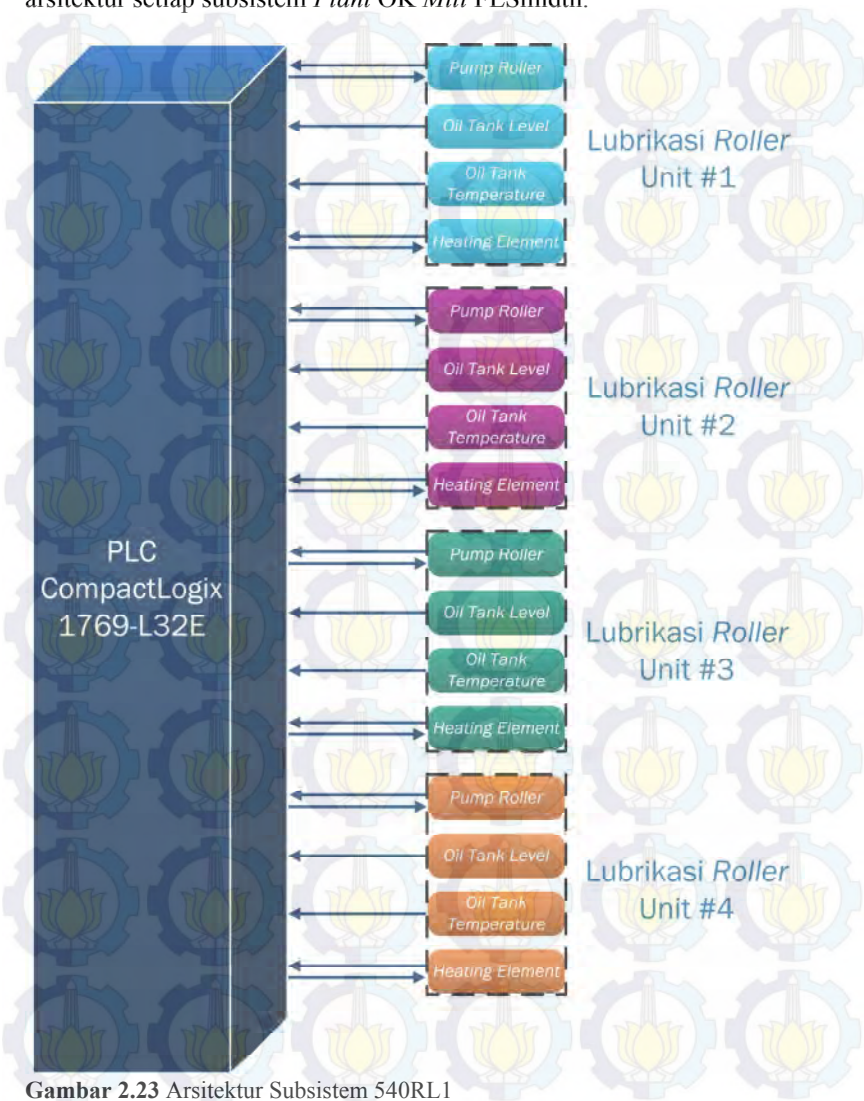
Material hasil penggilingan diangkat naik melalui *guide vanes separator* dan menuju *rotor separator*. Fungsi dari *guide vanes separator* adalah untuk memastikan sebuah distribusi material yang merata melewati keseluruhan tinggi dari *rotor* dan sekaligus dalam waktu yang sama melakukan pemisahan yang efektif dengan membawa campuran udara dan material penggilingan ke dalam putaran.

Selagi material yang bagus melewati *rotor*, material kasar masuk dan berinteraksi langsung dengan *blade rotor*. Material kasar terdorong ke dalam pusaran dari *guide vanes*, dan dibuang menuju *cone* yang ada di bawah *rotor*. Dari sini material buangan tersebut dikembalikan ke *grinding table* untuk mendapatkan penggilingan tambahan. Kehalusan produk akhir dapat diatur dengan mengubah kecepatan *rotor*. Penetapan posisi *guide vanes* dibuat selama fase *run-in* bertujuan untuk optimisasi kondisi operasi.

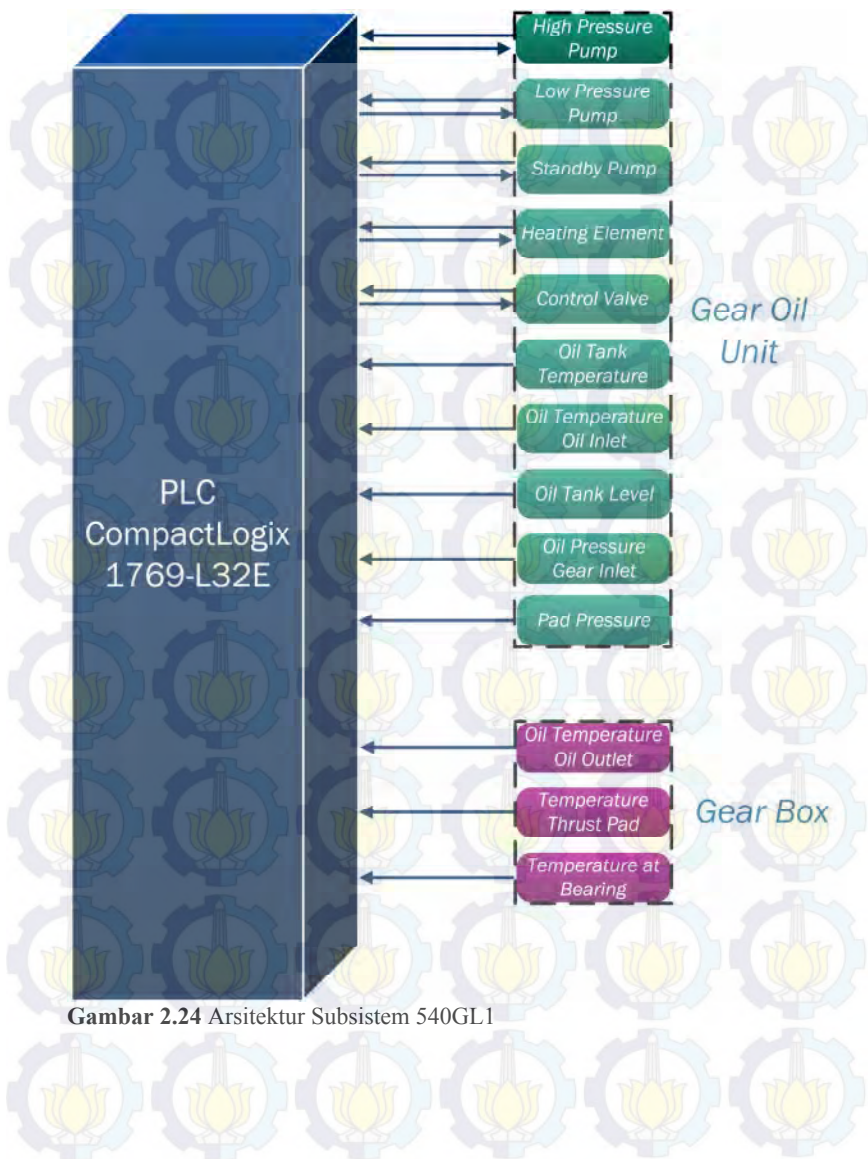
Pada *start-up* dan selama operasi, sejumlah material (bantalan *grinding*) selalu diperlukan antara *grinding roller* dan *grinding track* untuk mencegah kontak langsung antara *grinding roller* dan *grinding track*. *Grinding pressure* dapat dinaikkan atau diturunkan dengan cara meningkatkan atau menurunkan tekanan hidrolik pada silinder.



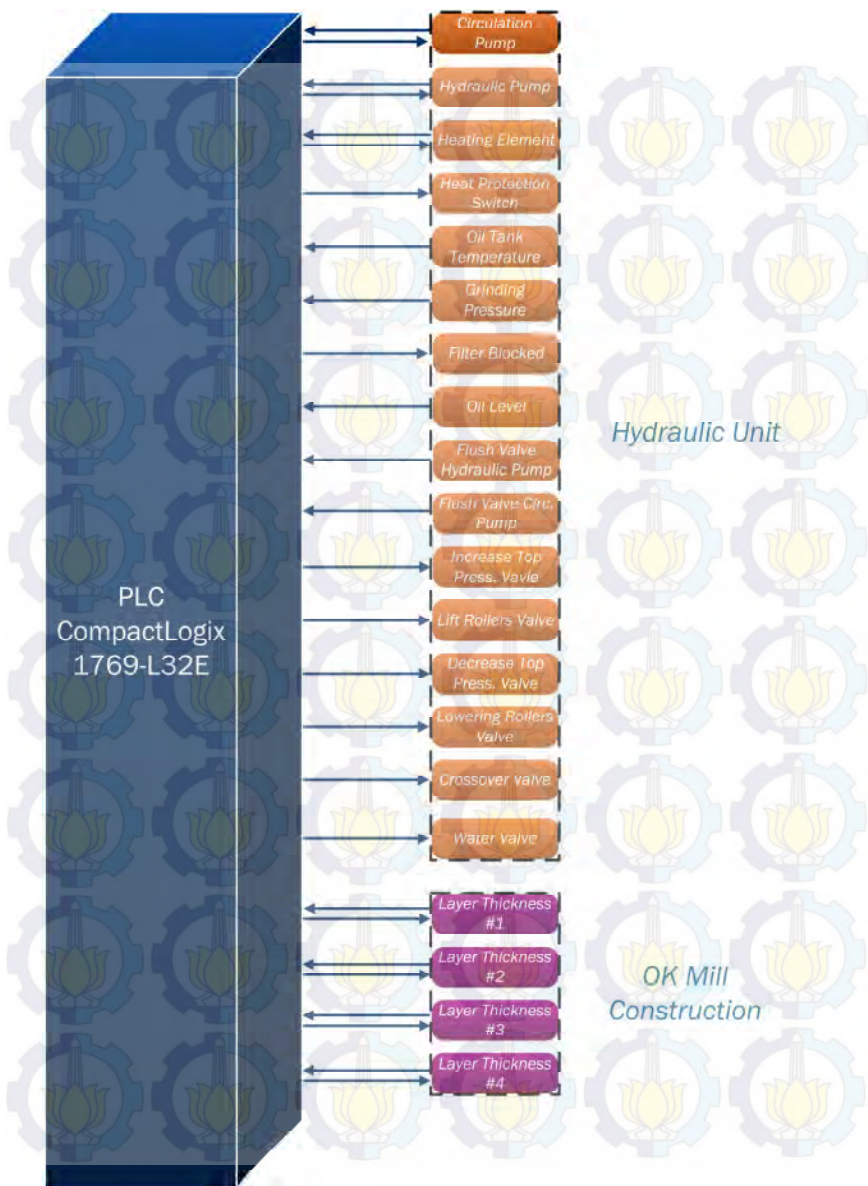
Gambar 2.23, Gambar 2.24, dan Gambar 2.25 merupakan arsitektur setiap subsistem *Plant OK Mill FLSmidth*.



Gambar 2.23 Arsitektur Subsistem 540RL1



Gambar 2.24 Arsitektur Subsistem 540GL1



**Gambar 2.25** Arsitektur Subsistem 540HS1



## 2.8 **Software FactoryTalk View Machine Edition v7.00 [9]**

FactoryTalk® View Machine Edition™ (ME) adalah produk HMI *machine level* buatan Allen Bradley yang mendukung solusi operator *interface* terbuka, khususnya untuk *monitoring* dan mengendalikan mesin individual atau proses kecil. Aplikasi ini menyediakan operator *interface* yang konsisten di beberapa *platform*, termasuk Microsoft Windows CE, Microsoft Windows 2000 dan XP, bahkan untuk versi 7.00 dapat digunakan pada Microsoft Windows 7. Gambar 2.26 adalah tampilan *start-up* dari *software* Factory Talk View.



**Gambar 2.26** FactoryTalkView Rockwell v7.00

FactoryTalk View Machine Edition terdiri dari 2 komponen:

- 1) FactoryTalk View® Studio, ini adalah *software* pengembangan yang berisi alat yang dibutuhkan untuk membuat semua aspek dari sebuah *human machine interface* (HMI), termasuk tampilan grafis, tren, laporan alarm, dan animasi *real-time*. Hal ini juga menyediakan alat untuk menguji display individual dan seluruh aplikasi. Bila pengembangan selesai, pengguna dapat membuat *run-time* (.MER) *file* untuk dijalankan pada *Plus PanelView*, *PanelView Plus CE*, atau komputer pribadi.
- 2) FactoryTalk View® ME Station, ini adalah *software run-time*. ME Station menjalankan aplikasi *run-time* yang sudah dibuat (.MER). Station terdapat dalam *PanelView Plus* dan *Plus PanelView CE* terminal. *Run-time* aplikasi juga dapat dijalankan pada komputer pribadi. Hal ini diinstal secara *default*, tetapi membutuhkan aktivasi tambahan untuk dijalankan *standalone*.

## 2.9 **Software Pro-face GP-ProEX HMI v4.00 [10]**

GP-ProEX merupakan perangkat lunak yang mudah untuk digunakan dalam pengembangan Pro-face HMI dan *Industrial Personal Computer* (IPC). Dengan beragam alat pengembangan aplikasi, fitur diagnostik diperluas dan adanya kemampuan simulasi, GP-ProEX mampu menangani aplikasi HMI yang paling dibutuhkan dalam dunia industri. Gambar 2.27 adalah tampilan *start-up* dari GP-ProEX Pro-face.



**Gambar 2.27** Pro-face GP-ProEX v4.00

Berikut ini adalah fitur yang dimiliki oleh *software* Pro-face GP-ProEX:

- Pengembangan *self-guiding*
- Konfigurasi sistem dan komunikasi
- *Settings*
- *Edit screens* dan *logic*
- *Preview*
- Analisa alarm yang *smooth*
- *Search/sort alarm sampling history*
- Mudah untuk merubah fungsi formula
- *Simulation*
- *Transfer*
- *Monitor*
- Mengurangi *development time*
- Meningkatkan kinerja selama operasi *machine/process*
- Format perangkat diperluas
- Tampilan *alarm history banner*
- *Project comparison tool*
- *Icon design* yang lebih jelas

## BAB 3

### RANCANG BANGUN KOMUNIKASI DAN *HUMAN MACHINE INTERFACE*

Komunikasi merupakan salah satu peranan yang sangat penting dalam membangun sebuah sistem kontrol. Komunikasi ini dilakukan untuk menghubungkan antar-elemen maupun *plant* yang berkaitan. Dalam membangun sebuah komunikasi dan HMI dibutuhkan beberapa tahapan yang perlu dilakukan.

Tahapan perancangan sekaligus implementasi komunikasi Fiber Optik dan *Wireless* Bullet M5HP dan merancang HMI *Plant OK Mill* FLSmidth pada pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk akan dijelaskan pada bab ini. Penulis membagi empat (4) tahap, yaitu tahap pendefinisian kebutuhan, tahap perancangan konseptual, tahap perancangan detail, dan tahap realisasi komunikasi. Tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Tahapan Perancangan Komunikasi

#### 3.1 Definisi Kebutuhan

Dalam Sub Bab ini dilakukan pendefinisian kebutuhan terlebih dahulu. Definisi kebutuhan ini diperlukan agar memudahkan dalam perancangan komunikasi yang akan diimplementasikan. Dengan definisi kebutuhan akan diperoleh beberapa informasi, yaitu spesifikasi pabrik dari *Plant OK Mill* FLSmidth, *Plant Water Treatment* TB1&2, *server* pusat *Central Control Room* Tuban 1 & 2 (CCR TB1&2), dan Kantor Pemeliharaan Instrumen dan Sistem Kontrol Tuban 1 & 2 (PISK TB1&2).



Definisi kebutuhan ini dilakukan dengan survei lapangan melihat kondisi dari *plant* yang akan dibangun komunikasi.

Tahapan pendefinisian kebutuhan ini juga dibagi dalam beberapa langkah. Langkah-langkah ini merupakan satu kesatuan yang harus dipenuhi agar implementasi komunikasi dapat dirancang dengan matang. Gambar 3.2 adalah langkah-langkah dalam mendefinisikan kebutuhan.



**Gambar 3.2** Gambar Langkah Mendefinisikan Kebutuhan

Langkah-langkah dalam mendefinisikan kebutuhan dari survei kebutuhan hingga kelayakan akan dibahas secara lengkap dan urut pada Sub Sub Bab 3.1.1 sampai Sub Sub Bab 3.1.6.

### 3.1.1 Survey Kebutuhan

Survei kebutuhan ini menjelaskan hasil studi mekanisme kerja *Plant OK Mill FLSmidth* dan mekanisme kerja *plant* yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian Tugas Akhir mengenai desain komunikasi fiber optik dan *wireless* yang akan dibangun. Selain itu dibutuhkan hasil studi mengenai *Plant Water Treatment TB1&2*, *CCR TB1&2*, dan kantor *PISK TB1&2*.

*Plant OK Mill FLSmidth* merupakan *plant* yang digunakan dalam proses penggilingan dan pengeringan bahan baku pada proses produksi

semen. *Plant OK Mill* adalah jenis dari *Vertical Roller Mill* atau yang sering disebut dengan *New Vertical Mill* (NVM).

Pada Pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero), *OK Mill* merupakan salah satu merek NVM buatan FLSmidth dari Denmark. *OK Mill* terdiri dari tiga (3) subsistem, yakni *Rollers Lubrication*, *Gears Lubrication*, dan *Hydraulics System*. Ketiga subsistem tersebut mempunyai instrumen dan kontroler masing-masing. Kontroler yang digunakan pada setiap subsistem adalah *Programmable Logic Controller* (PLC) CompactLogix Allen Bradley. PLC digunakan untuk mengontrol setiap instrumen baik sensor maupun aktuator. Sinyal yang diolah oleh PLC hampir semua sinyal digital (ON/OFF) dan hanya beberapa sinyal kontinyu.

Selain *Plant OK Mill* FLSmidth, ada *plant* lain yang akan dirancang bangun komunikasi, yakni *Plant Water Treatment TB1&2*. *Plant Water Treatment* adalah sebuah sistem yang difungsikan untuk mengolah air dari kualitas air baku (*influent*) yang kurang bagus agar mendapatkan kualitas air pengolahan (*effluent*) standar yang diinginkan/ditentukan atau siap untuk di konsumsi. *Water Treatment TB1&2* ini digunakan untuk memasok kebutuhan air bersih pada Pabrik Tuban 1 dan 2. Kontroler untuk mengatur instrumen *plant* tersebut sama seperti pada *Plant OK Mill* FLSmidth, yakni PLC CompactLogix.

Tempat lain yang diperlukan rancang bangun komunikasi adalah Kantor PISK TB1&2. PISK TB1&2 merupakan kantor pegawai pabrik dalam pemeliharaan (*maintenance*) seluruh *plant* pada Pabrik Tuban 1&2 maupun penanganan jika terjadi masalah.

Sesuai yang sudah dibahas sebelumnya, kedua *plant* dan kantor tersebut akan dibangun sebuah komunikasi untuk dihubungkan ke CCR TB1&2. Protokol komunikasi yang digunakan *EtherNet* TCP/IP dengan komunikasi data via *wireless* dan fiber optik. Selain itu juga dirancang sistem *monitoring Plant OK Mill* FLSmidth dengan menggunakan *software* FTVIEW. Hal ini diperlukan agar dapat dilakukan *monitoring plant* dan mengirimkan sinyal kontrol dari CCR TB1&2.

### **3.1.2 Alasan Kebutuhan**

Berdasarkan hasil pendefinisian kebutuhan, rancang bangun komunikasi merupakan solusi yang harus dilaksanakan untuk menghubungkan CCR TB1&2 ke beberapa *plant*. Berikut adalah beberapa alasan mengapa dibutuhkan rancang bangun komunikasi:

- 1) Seluruh sensor, aktuator, dan instrumen *Plant OK Mill* FLSmidth dan *Plant Water Treatment* TB1&2 tidak terhubung dengan CCR TB1&2 sehingga sulitnya untuk melakukan aksi pengawasan dan pengontrolan. Dalam hal ini dilihat dari efisiensi waktu dan efektivitas kerja, maka sangat diperlukan rancang bangun komunikasi ini.
- 2) Jarak *Water Treatment* TB1&2 dengan CCR TB1&2 cukup jauh sekitar  $\pm 300$  meter.
- 3) Tidak adanya jalur kabel bawah tanah atau jalur atas (besi H-beam) yang menghubungkan antara *Water Treatment* TB1&2 maupun Kantor PISK TB1&2 dengan CCR TB1&2.
- 4) Dengan menggunakan komunikasi *wireless* dapat menjangkau *plant* yang cukup jauh dengan respon yang bagus.
- 5) Komunikasi *wireless* harus mampu digunakan sebagai komunikasi alternatif (*redundant*) untuk komunikasi antara *Plant OK Mill* FLSmidth dengan CCR TB1&2.
- 6) Fleksibilitas dan efisiensi dari komunikasi *wireless* yang dapat menghubungkan beberapa *plant* di sekitar objek penelitian untuk masuk ke dalam jaringan.
- 7) Sulitnya akses *display interface* yang harus ke lapangan sehingga perlu dibangun HMI *Plant OK Mill* FLSmidth.

### 3.1.3 Perumusan Misi

Visi dari rancang bangun komunikasi nanti adalah *Plant OK Mill* FLSmidth dan *Plant Water Treatment* harus mampu dikendalikan melalui CCR TB1&2 dan harus mampu untuk mengirim informasi ke kantor PISK TB1&2. Perumusan misi ini dilakukan supaya visi yang sudah dibuat dapat tercapai. Misi-misi ini dipenuhi satu per satu untuk mewujudkan visi tersebut. Berikut misi dalam rancang bangun komunikasi:

- 1) *Plant OK Mill* FLSmidth memiliki dua sistem komunikasi, yakni melalui kabel fiber optik dan *wireless*.
- 2) *Plant Water Treatment* TB1&2 dan Kantor PISK TB1&2 hanya memiliki sistem komunikasi *wireless*.
- 3) *Mounting* modul *switch* fiber optik ke *EtherNet* pada *Plant OK Mill* FLSmidth dan CCR TB1&2 sekaligus Terminasi konektor pada kabel fiber optik.
- 4) Konfigurasi perangkat *wireless* Bullet M5HP agar dapat dijadikan *access point*, *repeater*, dan *station*.



- 5) Pemasangan antena *wireless* di tempat yang tinggi dan dapat diperkirakan bebas dari halangan.
- 6) Komputer *server* pada CCR TB1&2 dapat melakukan *monitoring* dan mengirimkan sinyal kontrol ke *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Plant Water Treatment TB1&2*.
- 7) HMI FTView *Plant OK Mill FLSmidth* dapat ditampilkan di ruang *monitoring* CCR TB1&2.

### 3.1.4 Perumusan Fungsi

Fungsi utama dari rancang bangun ini adalah *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Plant Water Treatment TB1&2* harus mampu dikendalikan melalui CCR TB1&2 dan harus mampu untuk mengirim informasi ke kantor PISK TB1&2. Fungsi utama ini didukung oleh beberapa fungsi-fungsi pendukung lain agar dapat bekerja secara bersamaan. Fungsi-fungsi pendukung tersebut seperti:

- 1) Konversi data
- 2) HMI
- 3) *Display record alarm*
- 4) Transmisi data jarak jauh
- 5) Transmisi data dengan kecepatan tinggi
- 6) *Redundant communication*
- 7) *Monitoring* dan kontrol
- 8) Proteksi perangkat
- 9) Mode operasi *server*
- 10) Mode operasi *client*

### 3.1.5 Prioritisasi Fungsi

Prioritisasi fungsi ini merupakan langkah untuk mendefinisikan fungsi-fungsi pada Sub Sub Bab 3.1.3 apakah harus dicapai atau tidak. Penulis membagi tiga (3) kategori fungsi, yaitu fungsi yang harus ada (*must*), fungsi yang sebaiknya ada (*should*), dan fungsi yang boleh ada dan boleh tidak (*nice*).

Fungsi prioritas 1 (*must*) adalah fungsi yang harus dipenuhi agar rancang bangun komunikasi dapat bekerja sesuai dengan visi dan misi. Fungsi prioritas 2 (*should*) adalah fungsi jika dipenuhi akan mengoptimalkan kinerja dari rancang bangun ini. Untuk fungsi prioritas 3 (*nice*) adalah fungsi yang ada tidaknya tidak mempengaruhi kinerja *plant*, namun jika dipenuhi akan memberikan nilai tambah dari rancang bangun itu sendiri. Prioritisasi fungsi dapat dibagi sebagai berikut:

- 1) Prioritas 1
  - Konversi data
  - HMI
  - Transmisi data jarak jauh
  - Transmisi data dengan kecepatan tinggi
  - Monitoring dan kontrol
- 2) Prioritas 2
  - Proteksi perangkat
  - Mode operasi *server*
  - Mode operasi *client*
- 3) Prioritas 3
  - *Display record alarm*
  - *Redundant communication*

### 3.1.6 Kelayakan

Kelayakan ini adalah hal-hal yang akan diperoleh setelah implementasi rancang bangun komunikasi pada Pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Kelayakan ini dilihat dari dua (2) sudut pandang, yaitu kelayakan dari segi teknis dan segi operasional.

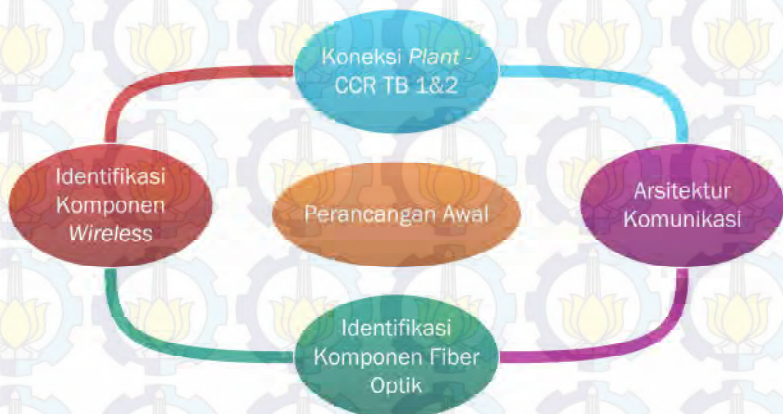
- 1) Kelayakan Teknis
  - Jarak antara CCR TB1&2 dengan *Plant OK Mill FLSmidth* adalah  $\pm 150$  meter.
  - Jarak antara CCR TB1&2 dengan *Plant Water Treatment TB1&2* adalah  $\pm 300$  meter.
  - Jarak antara *Plant Water Treatment TB1&2* dengan Kantor PISK TB1&2 adalah  $\pm 30$  meter.
  - Jalur kabel fiber optik yang aman dari adanya gangguan mekanik maupun lingkungan yang ekstrim.
  - Fabrikasi *transceiver wireless* dapat menahan adanya gangguan dari lingkungan sekitar sehingga tidak mudah berkarat atau rusak, seperti air hujan, debu, dan lain-lain.
  - Antena *wireless* dipasang pada menara (*tower*) yang tingginya  $\pm 20$  m.
- 2) Kelayakan Operasional
  - *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Plant Water Treatment TB1&2* dapat dikendalikan dan diawasi melalui CCR TB1&2 maupun di lapangan secara langsung.

- Kantor PISK TB1&2 dapat menerima informasi dari kinerja *plant* yang terhubung dari CCR TB1&2 jika terjadi permasalahan di lapangan.

### 3.2 Perancangan Awal

Seluruh definisi kebutuhan sudah terdefinisi dengan matang, langkah selanjutnya adalah perancangan awal. Perancangan awal akan menghasilkan garis besar dari rancang bangun komunikasi fiber optik dan *wireless*. Tahapan perancangan awal ini nantinya akan digunakan sebagai dasar acuan untuk melakukan perancangan detail. Dalam tahapan ini akan dibahas instrumen-instrumen yang dibutuhkan untuk melakukan rancang bangun komunikasi.

Perancangan awal juga dibagi dalam beberapa tahap. Pertama adalah perancangan skema koneksi *plant* dengan *server* CCR TB1&2. Selanjutnya dengan merinci skema koneksi dengan arsitektur komunikasi. Dari gambar arsitektur komunikasi, maka dilanjutkan dengan mengidentifikasi karakteristik instrumen-instrumen dalam arsitektur, seperti *wireless* Bullet M5HP, *switch*, *fiber optics to EtherNet conversion port*, dan lain-lain. Urutan tahapan perancangan awal dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tahapan Perancangan Awal

#### 3.2.1 Koneksi *Plant* dengan CCR TB1&2

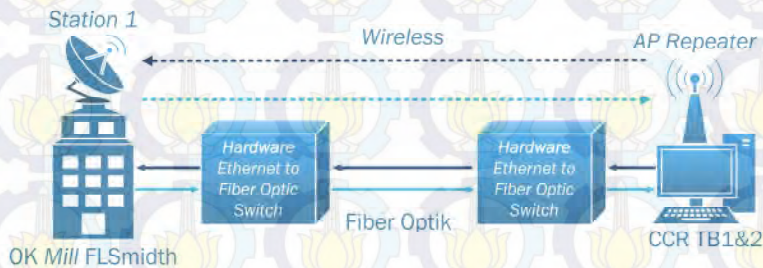
Tujuan utama yang ingin dicapai dalam rancang bangun komunikasi ini adalah *Plant* OK Mill FLSmidt dan *Plant Water*



*Treatment TB1&2* dapat diawasi dan dikendalikan melalui CCR TB1&2 dan dapat mengirim berbagai informasi dari CCR TB1&2 ke Kantor PISK TB1&2. Untuk itu diperlukan adanya konsep yang mendasari koneksi antara *plant* dengan CCR TB1&2.

Langkah pertama adalah jenis protokol komunikasi dari masing-masing *plant* dan CCR TB1&2. Pada CCR TB1&2 sudah terdapat jaringan *looping* yang menggunakan protokol komunikasi *EtherNet* TCP/IP. Agar memudahkan dalam rancang bangun komunikasi ini, protokol yang digunakan menggunakan *EtherNet* TCP/IP yang nantinya *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Water Treatment TB1&2* akan masuk ke dalam *looping* jaringan yang sudah ada.

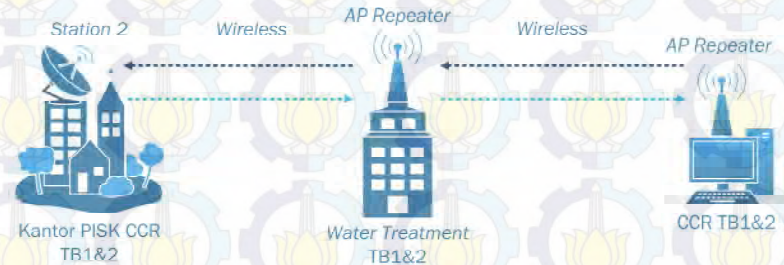
Rancang bangun komunikasi ini tidak menggunakan kabel *EtherNet Unshielded Twisted Pair* (UTP RJ-45) dikarenakan tidak memiliki pelindung berupa lapisan aluminium foil sehingga rentan terhadap gangguan interferensi elektromagnetik. Selain itu jarak jangkauan kabel jaringan UTP sangat terbatas, yakni hanya 100 meter dan transmisi data dari kabel jaringan UTP cenderung lambat. Oleh karena itu, implementasi pada penelitian ini menggunakan kabel fiber optik sebagai komponen transmisi data antara *Plant OK Mill FLSmidth* dengan CCR TB1&2 dan *wireless* sebagai komunikasi alternatif (*redundant*). Konsep koneksi *Plant OK Mill FLSmidth* dengan CCR TB1&2 dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



**Gambar 3.4** Konsep Koneksi *Plant OK Mill FLSmidth* dengan CCR TB1&2

Konsep koneksi *Plant Water Treatment TB1&2* dengan CCR TB1&2 hanya menggunakan *wireless*. Hal ini dikarenakan jarak yang cukup jauh sehingga jika menggunakan kabel fiber optik untuk koneksi akan menghabiskan biaya yang boros. Selain itu *wiring* kabel fiber optik yang sulit karena jalur kabel bawah tanah atau pun jalur atas yang

menghubungkan *Plant Water Treatment* TB1&2 dengan CCR TB1&2 tidak ada. Hal yang sama pula terjadi pada kantor PISK TB1&2. Oleh karena itu, salah satu solusi yang digunakan adalah membangun koneksi menggunakan *wireless*. Dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Konsep Koneksi *Plant Water Treatment* TB1&2 dan Kantor PISK TB1&2 dengan CCR TB1&2

Pada Gambar 3.5 koneksi yang digunakan hanya menggunakan *wireless* sehingga tidak diperlukan *fiber optic to EtherNet converter*. Agar koneksi dapat memasuki jaringan *loop*, maka perangkat *transmitter* dan *receiver* dihubungkan pada *switch* pada setiap *loop*. Hal ini diperlukan pemetaan *IP address* yang akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

Dari ilustrasi koneksi dari *plant* dengan CCR TB1&2 tersebut, dilakukan penggambaran lebih lanjut yang dilengkapi dengan instrumen-instrumen yang akan diimplementasikan. Penggambaran ini disebut arsitektur komunikasi yang akan dijelaskan pada Sub Sub Bab 3.2.2.

### 3.2.2 Arsitektur Komunikasi

Pada Sub Sub Bab ini akan dijelaskan mengenai arsitektur komunikasi yang akan dibangun oleh Penulis. Arsitektur ini berupa *Flow Chart Design* yang merupakan *project* yang diimplementasikan pada Pabrik Tuban 1 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Arsitektur komunikasi ini menjelaskan garis besar komunikasi antara CCR TB1&2 dengan *Plant OK Mill* FLSmidth, *Plant Water Treatment* TB1&2, dan Kantor PISK TB1&2. Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, bahwa penelitian ini mempunyai fungsi utama untuk membuat jaringan komunikasi dari keempat *plant* tersebut dengan komunikasi kabel fiber optik dan *wireless*. Sedangkan, protokol komunikasi yang digunakan adalah *EtherNet* TCP/IP. Oleh karena itu,

dibutuhkan modul tambahan untuk mengkonversi data yang dibawa oleh kabel fiber optik. Konversi ini membutuhkan *output* berupa kabel *EtherNet* UTP RJ-45 dengan instrumen *switch*. Arsitektur komunikasi dapat dilihat pada Lampiran A – *Flow Chart Design Project*.

Arsitektur yang sudah dirancang tersebut masih belum bisa diimplementasikan karena dibutuhkan pengetahuan mengenai transmisi komunikasi yang dibangun, spesifikasi dan karakteristik instrumen-instrumen yang digunakan, dan teknis pemasangan.

### 3.2.3 Identifikasi Komponen Fiber Optik

Dalam implementasi rancang bangun sebuah komunikasi jaringan, diperlukan pemahaman mengenai protokol komunikasi yang akan digunakan. Pada penelitian ini, protokol komunikasi yang digunakan adalah *EtherNet* TCP/IP. Pertimbangan untuk menggunakan protokol komunikasi ini karena pada Pabrik Tuban 1 sudah tersedia jaringan *loop* tersebut.

Pada Sub Sub Bab ini akan diidentifikasi komponen-komponen terlebih dahulu mengenai spesifikasi, karakteristik, kegunaan, ataupun fitur. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam membangun komunikasi dengan kabel fiber optik. Berikut penjelasan mengenai komponen-komponen tersebut.

#### 3.2.3.1 Kabel Fiber Optik Nexans HD LSZH

Jenis kabel fiber optik yang digunakan pada penelitian ini adalah kabel fiber optik *indoor*. Kabel fiber optik ini bermerek Nexans HD LSZH I-VHH 4xMM 62,5 berisi dengan 4 kabel dengan *core* 1,9 mm setiap kabelnya. Kabel ini digunakan untuk menghubungkan *plant* OK Mill FLSmidth dengan CCR TB1&2. Karakteristik dan spesifikasi dapat dilihat pada Lampiran B.1. Gambar 3.6 adalah kabel Nexans yang digunakan.



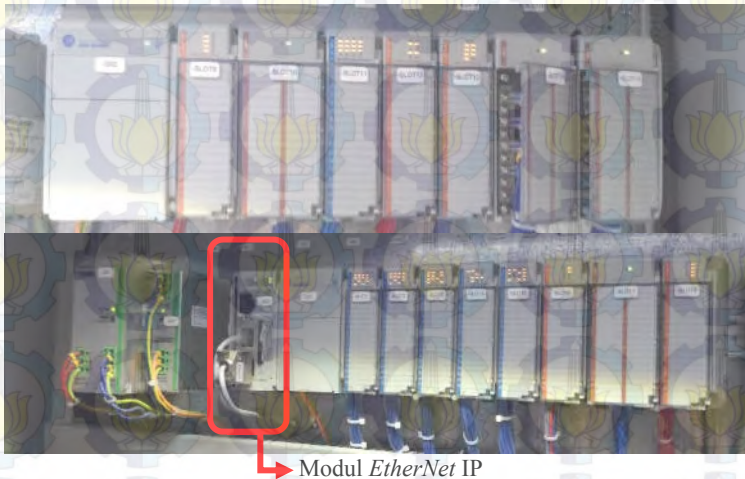
4 kabel dengan  
*core* 1,9 mm

**Gambar 3.6** Kabel Fiber Optik Nexans HD LSZH I-VHH



### 3.2.3.2 PLC CompactLogix 1769-L32E

PLC pada dasarnya adalah sebuah komputer khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Pada implementasi rancang bangun ini PLC Lokal yang digunakan adalah *brand* dari *Rockwell Automation*, yaitu CompactLogix 1769-L32E. Untuk spesifikasi dan fitur CompactLogix 1769-L32E dapat dilihat pada Lampiran B.2. Gambar 3.7 merupakan PLC CompactLogix pada salah satu subsistem *Plant OK Mill FLSmidth*. PLC ini masih menggunakan modul protokol *EtherNet IP*.



**Gambar 3.7** PLC CompactLogix 1769-L32E Subsistem *Plant OK Mill FLSmidth*

### 3.2.3.3 Allen-Bradley 1783-ETAP2F Switch

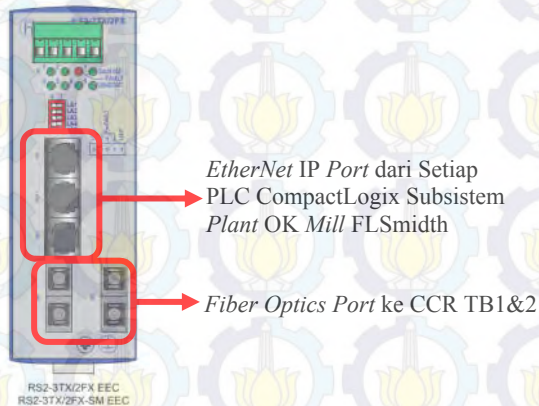
*Switch* merek ini dapat menyediakan sambungan khusus yang mengkonversi dari *port EtherNet TCP/IP* ke *port Fiber Optik*. *Switch* ini mendukung instrumen-instrumen produk Allen-Bradley, seperti PLC CompactLogix 1769-L32E pada *Plant OK Mill FLSmidth* dan *Plant Water Treatment TB1&2*. Sehingga Penulis tidak kesusahan dalam mengkonversi *port* fiber optik ke *port EtherNet TCP/IP*. Spesifikasi teknis yang dimiliki oleh Allen-Bradley 1783-ETAP2F *Switch* pada Lampiran B.3 dan Gambar 3.8 menunjukkan *Switch* Allen-Bradley yang sudah terpasang di CCR TB1&2.



**Gambar 3.8** Allen-Bradley 1783-ETAP2F Switch CCR TB1&2

#### 3.2.3.4 Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC Rail Switch

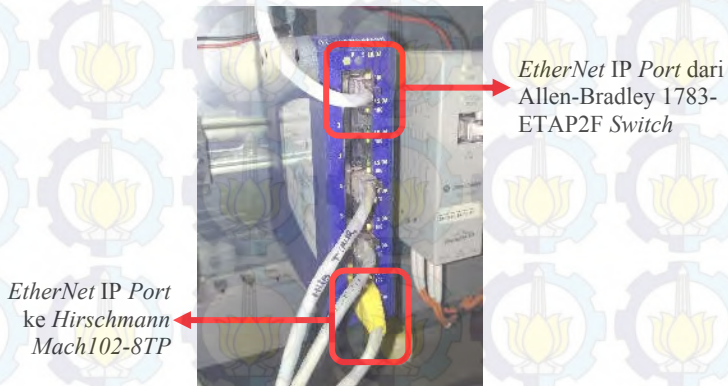
Switch ini digunakan untuk menghubungkan ketiga subsistem OK Mill FLSmidth, yakni *Rollers Lubrication*, *Gears Lubrication*, dan *Hydraulics System*. Keluaran dari switch ini nantinya akan dihubungkan ke Allen-Bradley 1783-ETAP2F Switch melalui kabel fiber optik menuju CCR TB1&2. Bagian-bagian dari switch tersebut pada Lampiran B.4 dan Gambar 3.9 adalah fitur yang dimiliki oleh Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC Rail Switch.



**Gambar 3.9** Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC Rail Switch [11]

### 3.2.3.5 Hirschmann SPIDER II 8TX

Perangkat ini digunakan seperti Hirschmann *Automation and Control RS2-3TX/2FX EEC Rail Switch*, namun tidak menyediakan *port* fiber optik. *Switch* ini mendapatkan masukan dari Allen-Bradley 1783-ETAP2F *Switch*. Spesifikasi dari instrumen ini terdapat pada Lampiran B.5. Hasil realisasi dapat dilihat pada Gambar 3.10.



**Gambar 3.10** Hirschmann SPIDER II 8TX

Gambar 3.10 adalah Hirschmann SPIDER II 8TX yang sudah terpasang di CCR TB1&2 yang kemudian terhubung ke Hirschmann Mach102-8TP.

### 3.2.3.6 Hirschmann Mach102-8TP

Hirschmann Mach102-8TP ini merupakan modular *EtherNet Switch* yang digunakan pada CCR TB1&2 memiliki 36 *EtherNet port*. *Switch* ini digunakan sebagai pusat *bridge* semua arus komunikasi yang masuk ke dalam jaringan CCR TB1&2. Untuk spesifikasi dan gambar *switch* dapat dilihat pada Gambar B.6.

### 3.2.3.7 3M Hot Melt Kit Fiber Termination 230V

Terminasi Hot Melt Kit 6362-230V berisi semua bahan yang dibutuhkan untuk memasang konektor ST yang nantinya digunakan sebagai konektor kabel Nexans HD LSZH\_I-VHH 4xMM 62,5. Spesifikasi dan ilustrasi 3M Hot Melt Terminasi Kit 6366 pada Lampiran B.7.



### 3.2.4 Identifikasi Komponen *Wireless*

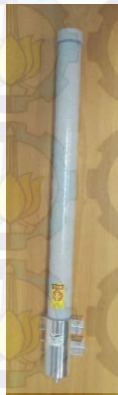
Pada Sub Sub Bab ini akan diidentifikasi komponen-komponen yang akan digunakan dalam implementasi komunikasi *wireless* berupa spesifikasi dan karakteristik secara singkat. Berikut penjelasan mengenai komponen-komponen tersebut.

#### 3.2.4.1 Ubiquiti Network Bullet M5HP

*Transmitter* dan *receiver* yang digunakan pada implementasi ini adalah Ubiquiti Network Bullet M5HP. Perangkat ini mempunyai *channel width* yang sangat rendah dan frekuensi yang tinggi sehingga dapat menghubungkan dua atau lebih instrumen dari jarak yang jauh. Spesifikasi dan ilustrasi gambar dari *transceiver* tersebut dapat dilihat pada Lampiran C.1.

#### 3.2.4.2 Hyperlink Wireless Omnidirectional Antenna HG5812U-PRO

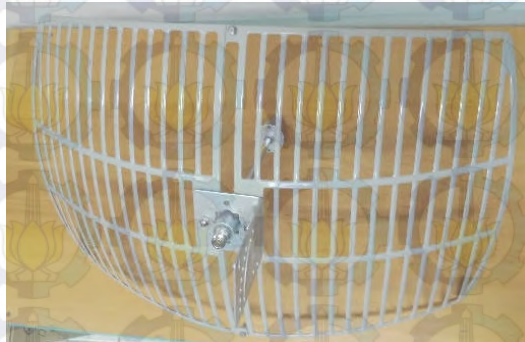
Hyperlink HG5812U-PRO adalah desain *Wireless* antenna *omnidirectional* yang memiliki *gain* yang tinggi. Antena ini didesain untuk aplikasi jaringan *point-to-multipoint* di mana jarak dan lebar dapat tercakup sesuai dengan kebutuhan. Konstruksi HG5812U-PRO terlindungi oleh *fiberglass* yang tahan terhadap lingkungan yang ekstrem seperti lingkungan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk yang sangat kering dan berdebu. Untuk spesifikasi elektrik maupun mekanik dari perangkat ini pada Lampiran C.2. Sedangkan Gambar 3.11 adalah gambar dari antenna *omnidirectional* yang digunakan.



**Gambar 3.11** Hyperlink *Wireless Omnidirectional Antenna* HG5812U-PRO

#### **3.2.4.3 Hyperlink Wireless Directional Antenna HG5827EG**

Hyperlink HG5827EG merupakan antenna *directional* dimana memiliki *beamwidth* jauh lebih sempit daripada antenna *omnidirectional*, namun memiliki *gain* yang lebih tinggi. Oleh karena itu digunakan untuk hubungan jarak jauh. Antena ini digunakan pada *Plant OK Mill FLSmidth* dan kantor PISK TB1&2 untuk komunikasi *point-to-point*. Spesifikasi elektrik maupun mekanik dapat dilihat pada Lampiran C.3 dan Gambar 3.12 adalah antenna *directional* yang akan digunakan dalam rancang bangun.



**Gambar 3.12** Hyperlink Wireless Directional Antenna HG5827EG

### **3.3 Perancangan Detail**

Dalam Sub Bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan secara terperinci dari setiap komponen yang sudah diidentifikasi. Perancangan tersebut meliputi rancang bangun pada setiap *plant*. Ada beberapa tahapan yang akan digunakan untuk mempermudah dalam realisasi.

Tahap pertama adalah perancangan modul dan instrumen yang akan diimplementasikan. Perancangan ini berupa *flowchart* komunikasi perangkat beserta tipe kabel dari *plant* hingga menuju CCR TB1&2. Yang nantinya untuk realisasi sebenarnya secara langsung.

Tahap kedua dilakukan adalah pemetaan alamat IP. Karena protokol komunikasi berupa *EtherNet TCP/IP*, maka perlu dilakukan pengalamatan IP pada setiap instrumen yang dimasukkan ke dalam jaringan. Instrumen yang perlu diberikan alamat IP adalah PLC CompactLogix *Plant OK Mill FLSmidth* dan *wireless* Bullet M5HP. Untuk PLC CompactLogix *Plant Water Treatment* TB1&2 sudah memiliki alamat IP.

Tahap ketiga, yaitu mempersiapkan segala kebutuhan dalam terminasi fiber optik. Pada perancangan komunikasi fiber optik, Penulis hanya diperbolehkan untuk melakukan terminasi konektor fiber optik. Untuk *wiring*, *mounting* dan konfigurasi dilakukan oleh pekerja Pabrik Tuban 1 sehingga tidak dimasukkan ke dalam perancangan detail.

Tahap keempat adalah pengaturan konfigurasi masing-masing *wireless* Bullet M5HP. Konfigurasi dilakukan pada *firmware* yang telah tersedia pada instrumen. Penulis melakukan konfigurasi ini berdasarkan instruksi manual dan kondisi lapangan pada Pabrik Tuban 1.

Urutan tahapan proses perancangan instrumen Tugas Akhir ini secara garis besar dituangkan pada *flowchart* yang tertera pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13** *Flowchart* Perancangan Detail

### 3.3.1 Perancangan Modul dan Instrumen

Perancangan yang dimaksud dalam Sub Sub Bab ini bukanlah sebuah perakitan, namun bagaimana modul dan instrumen tersebut terpasang sesuai dengan kebutuhan dalam rancang bangun komunikasi ini. Setiap modul dan instrumen sudah tersedia (tidak perlu dirakit lagi) sehingga diperlukan teknis pemasangan dan konfigurasi pada *plant* agar modul dan instrumen tersebut dapat saling berkomunikasi dan tentunya dapat memperlama *lifetime*.

Sebelum membahas ke dalam perancangan modul, akan dibahas konsep dasar dua (2) instrumen yang dibutuhkan pengetahuan lebih sebelum rancang bangun dilakukan. Kedua instrumen tersebut, yaitu:

#### 1) *Switch*

*Hub EtherNet* dapat menghubungkan berbagai instrumen *EtherNet* menjadi satu jaringan. Sedangkan *switch* merupakan perangkat yang banyak beroperasi seperti *hub*, namun menyediakan sambungan khusus (atau *Switch*) antar-*port*. Tanpa mengirim ulang semua lalu lintas ke setiap *port*, *Switch* dapat menentukan *port* yang saling berkomunikasi langsung dan menghubungkan antara keduanya saja. *Switch* memperoleh kinerja jauh lebih baik daripada *hub*, terutama pada jaringan yang sibuk.



*Switch* bekerja di lapisan *data link* (lapisan kedua) karena *switch* menginterpretasi dan bertindak atas alamat *Media Access Control* (MAC) pada paket yang diterima. Setiap perangkat terhubung ke jaringan memiliki alamat MAC yang unik, ditetapkan oleh produsen kartu jaringan. Fungsi dari alamat tersebut seperti alamat IP, karena berfungsi sebagai identifikasi unik sehingga memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain. Namun, lingkup sebuah alamat MAC terbatas untuk *domain broadcast*, yang terbatas hanya pada semua computer yang terhubung pada *hub*, *switch*, dan *bridge* yang sama, tetapi tidak melalui *router* atau *gateway* internet.

Ketika sebuah paket data tiba di *port switch*, *switch* akan mencatat alamat sumber MAC, yang berasosiasi dengan *port* tersebut. *Switch* menyimpan informasi ini dalam sebuah tabel MAC internal. *Switch* kemudian terlihat sampai alamat tujuan MAC dalam tabel MAC, dan mengirimkan paket pada *port* yang cocok. Jika alamat MAC tujuan tidak ditemukan di tabel MAC, paket data ini kemudian dikirim dan diteruskan ke semua antarmuka yang terhubung. Jika *port* tujuan sama dengan *port* masuk paket, paket tersebut akan disaring dan tidak diteruskan.

*Switch* membuat sambungan *virtual* antara *port* penerima dan pengirim. Ini menghasilkan kinerja yang lebih baik karena banyak sambungan *virtual* dapat dibangun secara bersamaan. *Switch* yang lebih mahal dapat men-*switch* trafik dengan menginspeksi paket di tingkat yang lebih tinggi (di lapisan aplikasi atau transpor), memungkinkan pembuatan *Virtual Local Area Network* (VLAN), melaksanakan fitur tingkat lanjutan lain.

*Switch EtherNet* dapat digolongkan menjadi dua (2), yaitu *Switch Manage* dan *Switch Unmanage*. Penjelasan dari kedua jenis *Switch* tersebut sebagai berikut:

- *Switch Manage (Manageable Switch)*

Arti dari *manageable* adalah bahwa *switch* dapat dikonfigurasi sesuai dengan kebutuhan *network* agar lebih efisien dan optimal sehingga bisa diatur untuk kebutuhan jaringan tertentu, ada beberapa perbedaan mendasar yang membedakan antara *switch manageable* dengan *switch unmanageable*. Perbedaan tersebut dominan bisa dilihat dari kelebihan dan keunggulan yang dimiliki oleh *switch*

*manageable* itu sendiri. Kelebihan *switch manageable* adalah:

- Mendukung penyempitan *broadcast* jaringan dengan VLAN.
- Pengaturan *access user* dengan *access list*.
- Membuat keamanan *network* lebih terjamin.
- Bisa melakukan pengaturan *port* yang ada.
- Mudah memonitoring trafik *maintenance network* karena dapat diakses tanpa harus berada di dekat *switch*.
- *Switch Unmanage (Unmanageable Switch)*  
*Unmanaged Switch* adalah *switch* yang tidak dapat diatur yang berarti setelah *switch* dinyalakan dan semua kabel UTP di tancapkan ke *switch* tersebut sudah berfungsi dengan baik. *Unmanaged switch* biasanya dipilih oleh pengguna-pengguna yang memang tidak ingin 'dipusingkan' oleh konfigurasi peralatan jaringan, karena sekedar *plug-and-play*. Selain mudah dipasang, tentu saja karena tidak adanya modul manajemen di dalam *switch*, harga dari *switch* tersebut akan lebih rendah dibandingkan *switch* yang *managed*. Namun, apabila terjadi masalah dengan jaringan, pengguna tidak akan dapat melakukan *troubleshooting* dengan mudah, karena memang *switch* tidak didesain untuk melakukan beberapa *troubleshooting* jaringan. Masalah yang sering terjadi dalam pemakaian *switch unmanage* ini di antaranya *IP address conflict*, *EtherNet* tidak bisa terhubung, dan virus jaringan.

## 2) Antena

Antena adalah transformator/struktur transmisi antara gelombang terbimbing (saluran transmisi) dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Antena adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah teleskop radio, TV, radar, dan semua alat komunikasi nirkabel lainnya. Komunikasi nirkabel yang diimplementasikan menggunakan spektrum elektromagnetik radio untuk dipancarkan atau bisa disebut instrumen *Radio Frequency* (RF). Setiap antena memiliki pola radiasi masing-masing sesuai karakteristik dari antena tersebut.

Pola radiasi atau pola antena menggambarkan kekuatan relatif medan yang dipancarkan di berbagai arah dari antena, pada jarak yang konstan. Pola radiasi adalah pola penerimaan juga, karena

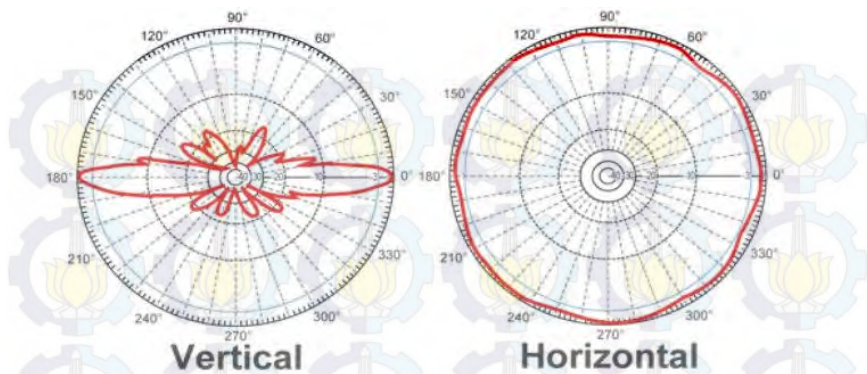
pola radiasi tersebut juga menggambarkan karakteristik menerima data antenna. Pola radiasi ini tiga dimensi, namun biasanya pola radiasi yang terukur merupakan irisan dua dimensi dari pola tiga dimensi, di bidang planar, horisontal atau vertikal. Pengukuran pola ini ditampilkan ke dalam format *rectangular* atau *polar*. Terdapat dua (2) jenis antenna yang memiliki karakteristik pola radiasi, yakni:

- *Antena Omnidirectional*

Antena *omnidirectional*, yaitu jenis antenna yang memiliki pola pancaran sinyal ke segala arah dengan daya sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, *gain* dari antenna *omnidirectional* harus memfokuskan dayanya secara horisontal (mendatar, dengan mengabaikan pola pemancaran ke atas dan ke bawah, sehingga antenna dapat diletakkan di tengah-tengah *base station*). Dengan demikian, keuntungannya dari antenna jenis ini adalah dapat melayani jumlah pengguna yang lebih banyak. Namun kesulitannya adalah pada pengalokasian frekuensi untuk setiap sel agar tidak terjadi interferensi. Antena jenis ini biasanya digunakan pada lingkup yang mempunyai *base station* terbatas dan cenderung untuk posisi *plant* yang melebar.

Antena *omnidirectional* mempunyai sifat umum radiasi atau pancaran sinyal  $360^\circ$  yang tegak lurus ke atas dan secara normal mempunyai *gain* sekitar 3-12 dBi yang digunakan untuk hubungan *point-to-multipoint* atau satu titik ke banyak titik di sekitar daerah pancaran. Daerah yang baik dan efektif bekerja dari jarak 1-5 km, akan menguntungkan jika *client* atau penerima menggunakan antenna *directional*. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.14 adalah pola pancaran Hyperlink *Wireless Omnidirectional Antenna* HG5812U-PRO. Radiasi yang horisontal dengan pancaran  $360^\circ$ . Radiasi yang horisontal pada dasarnya *E-Field* yang berbeda dengan polarisasi yang vertikal adalah sangat membatasi potongan sinyal yang dipancarkan. Antena ini akan melayani atau hanya memberi pancaran sinyal pada sekelilingnya atau  $360^\circ$ , sedangkan pada bagian atas antenna tidak memiliki sinyal radiasi.



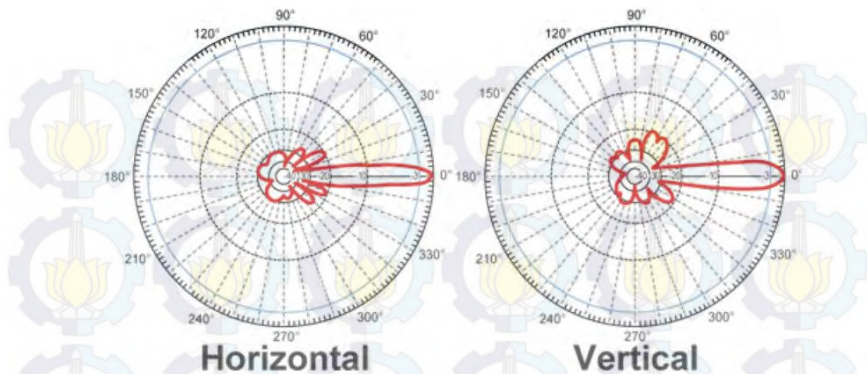


**Gambar 3.14** Pola Radiasi Hyperlink *Wireless Omnidirectional Antenna* HG5812U-PRO [12]

- *Antena Directional*

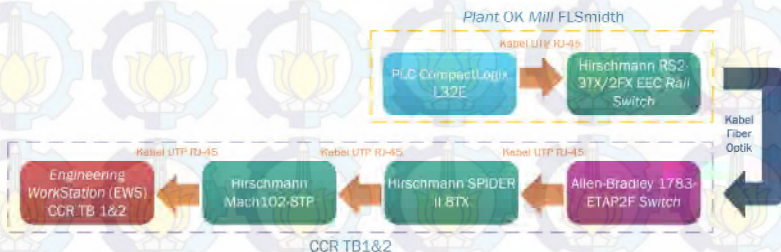
*Antena directional*, yaitu antena yang mempunyai pola pemancaran sinyal dengan satu arah tertentu. Antena ini idealnya digunakan sebagai penghubung antar gedung atau untuk daerah (konfigurasi *point-to-point*) yang mempunyai konfigurasi cakupan area yang kecil seperti pada lorong-lorong yang panjang.

Antena jenis ini merupakan jenis antena dengan *narrow beamwidth*, yaitu punya sudut pemancaran yang kecil dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas, antena *directional* mengirim dan menerima sinyal radio hanya pada satu arah, umumnya pada fokus yang sangat sempit, dan biasanya digunakan untuk koneksi *point-to-point*, atau *point-to-multipoint*. Pada Gambar 3.15 merupakan pola radiasi Hyperlink *Wireless Directional Antenna* HG5827EG. Pola radiasi berbeda dengan antena *omnidirectional* dengan perbedaan radiasi ke arah tertentu saja secara horisontal maupun vertikal.



**Gambar 3.15** Pola Radiasi Hyperlink *Wireless Directional Antenna* HG5827EG [12]

Selanjutnya akan dibahas mengenai perancangan modul dan instrumen melalui penjelasan *flowchart* yang dibuat. Pada bahasan sebelumnya, komunikasi menggunakan kabel fiber optik dibutuhkan konversi *port* dari kabel fiber optik ke kabel *EtherNet* UTP RJ-45. Konversi *port* ini hanya dibutuhkan pada *Plant OK Mill* FLSmidth dan CCR TB1&2. Setiap subsistem pada *Plant OK Mill* FLSmidth terdapat PLC CompactLogix sebagai kontroler. PLC CompactLogix tersebut juga masih menggunakan protokol *EtherNet* TCP/IP sehingga juga dibutuhkan konversi *port* dari kabel *EtherNet* UTP RJ-45 ke kabel fiber optik. Modul untuk konversi *port* ini menggunakan Allen-Bradley 1783-ETAP2F *Switch*. *Switch* ini menyediakan 2 *port* fiber optik dan 1 *port* *EtherNet*/IP. Skema konversi yang akan diimplementasikan pada *Plant OK Mill* FLSmidth dan CCR TB1&2 pada Gambar 3.16.

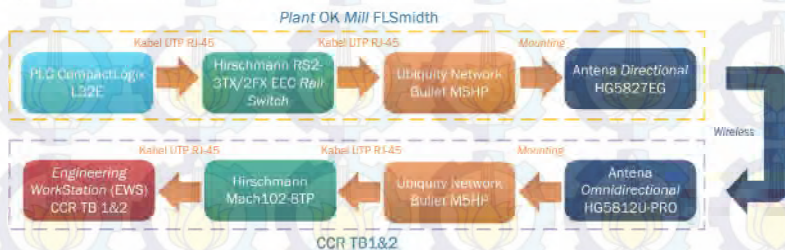


**Gambar 3.16** Rancang Bangun Komunikasi Fiber Optik *Plant OK Mill* FLSmidth dan CCR TB1&2

Pada rancang bangun komunikasi Gambar 3.16, terdapat tiga (3) *switch* pada CCR TB1&2, yaitu Allen-Bradley 1783-ETAP2F yang digunakan sebagai *switcher port* dari kabel fiber optik ke kabel *EtherNet* UTP RJ-45, Hirschman SPIDER II 8TX sebagai *switch EtherNet* dengan 8 *port EtherNet* UTP RJ-45, dan Hirschmann Mach102-8TP sebagai *switch loop server* pada Pabrik Tuban 1 & 2. Modul Allen Bradley 1783-ETAP2F dan Hirschman SPIDER II 8TX ini sudah tersedia sejak lama di CCR TB1&2.

Sedangkan *Plant OK Mill FLSmidth* merupakan instrumen yang dapat dikatakan tergolong *plant* baru yang ada di Pabrik Tuban 1 & 2. Oleh karena itu, untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan, pada rancang bangun komunikasi *Plant OK Mill FLSmidth* hanya menggunakan satu (1) *switch*, yakni Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC *Rail Switch* sebagai *switcher port* dari kabel Fiber Optik ke kabel *EtherNet* UTP RJ-45 sekaligus sebagai *switch EtherNet* untuk ketiga PLC CompactLogix pada *Plant OK Mill FLSmidth*.

Dalam rancang bangun komunikasi via *wireless*, tidak memerlukan adanya konversi *port* karena perangkat *wireless* Ubiquiti Network Bullet M5HP sudah memiliki *port EtherNet* TCP/IP. Pada komunikasi ini hanya digunakan *switch* yang digunakan untuk menghubungkan berbagai modul atau instrumen *EtherNet* menjadi satu jaringan. Komunikasi yang akan dibangun melalui komunikasi *wireless* pada Gambar 3.17.

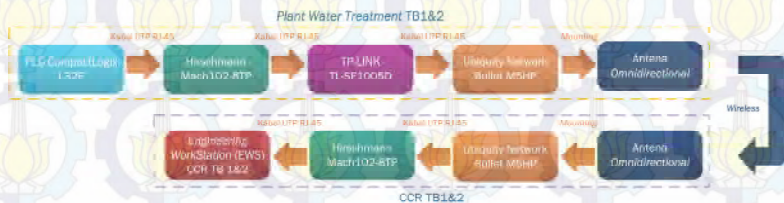


**Gambar 3.17** Rancang Bangun Komunikasi *Wireless Plant OK Mill FLSmidth* dan CCR TB1&2

Komunikasi pada Gambar 3.17 merupakan rancang bangun komunikasi melalui *wireless* (nirkabel) sebagai komunikasi kedua atau cadangan (*redundant*). Aktualnya komunikasi *wireless* ini juga menghubungkan beberapa *plant* di sekitar *Plant OK Mill FLSmidth*.

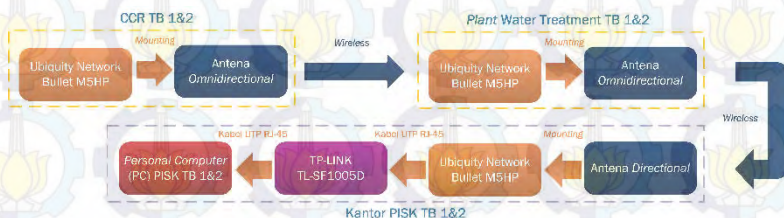


Namun pada penelitian ini Penulis memberikan fokus pada *Plant OK Mill FLSmidth*. Untuk komunikasi *wireless* pada *Plant Water Treatment* TB1&2 dengan CCR TB1&2 pada Gambar 3.18.



**Gambar 3.18** Rancang Bangun Komunikasi *Wireless Plant Water Treatment* TB1&2 dan CCR TB1&2

Saat implementasi rancang bangun komunikasi dilakukan, *Plant Water Treatment* TB1&2 sedang dimatikan (*offlane*). Sehingga implementasi komunikasi hanya dibatasi hingga pada panel kontrol yang dekat dengan antena *omnidirectional*. Panel kontrol ini berfungsi sebagai penghubung antara antena dan *server* yang ada pada *Plant Water Treatment* TB1&2 sehingga *wiring* cukup dilakukan pada panel kontrol yang ada pada lantai 5 tersebut.



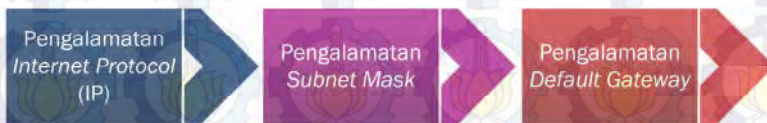
**Gambar 3.19** Rancang Bangun Komunikasi *Wireless* kantor PISK TB1&2 dan CCR TB1&2

Gambar 3.19 adalah komunikasi CCR TB1&2 dengan Kantor PISK TB1&2. Kantor PISK TB1&2 membutuhkan informasi-informasi keadaan seluruh *plant* dari CCR TB1&2. Hal ini untuk mempermudah *monitoring* dan mempercepat penanganan jika terjadi masalah pada *plant* karena dari pihak PISK TB1&2 yang melakukan pemeliharaan (*maintenance*) atau perbaikan kerusakan (*aus*) pada komponen-komponen *plant*.

### 3.3.2 Pemetaan (*Mapping*) Alamat IP

TCP/IP adalah tumpukan protokol yang sangat banyak digunakan di internet global dan jaringan industri. Akronim dari TCP/IP mempunyai arti *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *Internet Protocol* (IP), tetapi sebenarnya merujuk pada keluarga protokol komunikasi terkait. TCP/IP juga dianggap sebagai sekumpulan protokol internet dan beroperasi pada lapisan ketiga dan keempat pada model TCP/IP. Pada penelitian ini Penulis akan memfokuskan pada protokol IP versi empat (IPv4) karena jaringan *loop* yang sudah tersedia menggunakan protokol IP ini. Jaringan *loop* yang sudah ada pada CCR TB1&2 dapat dilihat pada Lampiran D.

Dalam pemetaan alamat IP ini akan dibagi menjadi tiga (3) tahap, yakni pengalamatan *IP*, pengalamatan *subnet mask*, dan Pengalamatan *default gateway*. Gambar 3.20 adalah *flowchart* yang akan dijelaskan.



Gambar 3.20 *Flowchart Mapping IP*

#### 3.3.2.1 Pengalamatan Internet Protocol (IP)

Alamat IP versi 4 (IPv4) adalah sebuah jenis pengalamatan jaringan yang digunakan di dalam protokol jaringan TCP/IP yang menggunakan protokol IP versi 4. Panjang totalnya adalah 32-bit, dan secara teoritis dapat mengalami hingga 4 miliar *host* komputer atau lebih tepatnya 4.294.967.296 *host* di seluruh dunia. Alamat IP ini ditulis dalam bentuk desimal dan terpisah oleh titik.

Jumlah *host* tersebut didapatkan dari 256 (didapatkan dari 8-bit) dipangkat 4 (karena terdapat 4 oktet) sehingga nilai maksimal dari alamat IP versi 4 tersebut adalah 255.255.255.255 di mana nilai dihitung dari nol. Sehingga nilai-nilai *host* yang dapat ditampung adalah  $256 \times 256 \times 256 \times 256 = 4.294.967.296$  *host*. Masing-masing alamat IP dapat digunakan sebagai petunjuk yang unik untuk membedakan satu mesin dengan mesin lainnya di jaringan.

Jaringan yang saling tersambung harus menyetujui rencana pengalamatan IP. Alamat IP harus unik dan tidak digunakan di komputer atau mesin lain dalam sebuah jaringan. Karena jika ada alamat IP yang sama pada dua atau lebih mesin dalam sebuah jaringan, maka akan terjadi

adanya *IP Address Conflict*. Apabila terjadi *IP Address Conflict*, maka secara otomatis sistem akan mendeteksi kedua mesin atau perangkat *network interface* tersebut. Hal ini sangat berbahaya karena perangkat tersebut akan kehilangan koneksi dengan *server* pusat.

Alamat IP dialokasikan oleh pusat otoritas penomoran yang menyediakan metode penomoran yang konsisten dan masuk akal. Hal ini untuk menjamin tidak ada duplikasi alamat yang digunakan pada jaringan berbeda.

Sudah dibahas pada bab sebelumnya, pengalamatan IP ada dua (2) macam, yaitu IP statis dan IP dinamis. IP statis diisi secara manual, yang artinya tidak akan berubah selama pengguna tidak merubahnya. IP dinamis merupakan IP yang diatur secara otomatis, biasanya bersifat hanya sementara dan akan bekerja jika terhubung ke *router* yang memiliki layanan (*Dynamic Host Configuration Protocol*) DHCP server.

Pada penelitian ini alamat IP yang digunakan adalah alamat IP statis sehingga pengalamatan IP dilakukan sesuai kebutuhan. Dalam pengalamatan IP dibutuhkan daftar yang berisi alamat IP belum digunakan pada Pabrik Tuban TB1&2 sehingga dapat dipilih alamat IP yang dapat digunakan dalam rancang bangun komunikasi ini. Alamat IP pada Tabel 3.1 di bawah ini merupakan alamat IP yang akan digunakan pada setiap *network interface* dalam rancang bangun komunikasi ini.

**Tabel 3.1** Pengalamatan IP

<b>Instrumen</b>	<b>Alamat IP</b>
PLC CompactLogix L32E Subsistem <i>Rollers Lubrication</i> Tag No. 531LQ145A01	77.193.10.80
PLC CompactLogix L32E Subsistem <i>Gears Lubrication</i> Tag No. 531LQ120A01	77.193.10.81
PLC CompactLogix L32E Subsistem <i>Hydraulics System</i> Tag No. 531HY110A01	77.193.10.82
Ubiquiti Network Bullet M5HP <i>Access Point Repeater</i> CCR TB1&2	77.193.10.4
Ubiquiti Network Bullet M5HP <i>Access Point Repeater</i> <i>Plant Water Treatment TB1&amp;2</i>	77.193.10.1



**Tabel 3.1** Pengalamatan IP

Instrumen	Alamat IP
Ubiquiti Network Bullet M5HP Station/Endpoint 1 Plant OK Mill FLSmidth	77.193.10.2
Ubiquiti Network Bullet M5HP Station/Endpoint 2 Kantor PISK TB1&2	77.193.10.3

### 3.3.2.2 Pengalamatan Subnet Mask

*Subnet mask* merupakan istilah teknologi informasi dalam bahasa Inggris yang mengacu kepada angka biner 32-bit yang digunakan untuk membedakan *network ID* dengan *host ID*, menunjukkan letak suatu *host*, apakah berada di jaringan lokal atau jaringan luar.

Dengan memakai *masker subnet/subnet mask* (juga disebut *masker jaringan*, atau *netmask*) ke sebuah alamat IP, secara logis dapat mendefinisikan sebuah mesin atau jaringan tempat mesin tersebut berada. Secara tradisional, *subnet mask* diungkapkan menggunakan bentuk titik desimal, seperti alamat IP. *Subnet mask* biasanya digunakan untuk mengkonfigurasi antarmuka jaringan, membuat rute, dan lain-lain. Akan tetapi, *subnet mask* lebih ringkas diungkapkan menggunakan notasi *Classless Inter-Domain Routing* (CIDR), yang dengan sederhana memerinci jumlah bit di masker setelah tanda *slash* (/). CIDR tersebut didefinisikan oleh *Request For Comment* (RFC) 151812. Dengan demikian, jika ada *subnet mask* 255.255.255.0 dapat disederhanakan sebagai /24.

*Subnet mask* menentukan ukuran sebuah jaringan. Dengan menggunakan /24 *netmask*, 8-bit digunakan untuk memberikan alamat instrumen (32-bit total – 24-bit *netmask* = 8-bit untuk instrumen). Hal ini menghasilkan 256 alamat instrumen yang mungkin ( $2^8 = 256$ ). Berdasarkan kesepakatan, nilai pertama diambil sebagai alamat jaringan/*network address* atau biasa disebut *network ID* (.0 atau 00000000), dan nilai terakhir diambil sebagai alamat *broadcast/broadcast address* atau sering disebut *host ID* (.255 atau 11111111). Sehingga menyisakan 254 alamat yang dapat dibagi untuk instrumen di jaringan.

Untuk memahami bagaimana *subnet mask* digunakan ke alamat IP, terlebih dahulu mengubah setiap angka desimal ke angka biner.

Asumsikan *subnet mask* yang digunakan 255.255.255.0 di biner 24-bit yang bernilai “1” dan biner 8-bit bernilai “0”.

255      255      255      0  
11111111. 11111111. 11111111. 00000000

Saat *subnet mask* tersebut digabungkan dengan alamat IP 10.10.10.10, maka dapat dilakukan operasi logika AND pada masing-masing bit untuk menentukan alamat jaringan.

10.10.10.10 : 00001010.00001010.00001010.00001010

255.255.255.0 : 11111111.11111111.11111111.00000000

10.10.10.0 : 00001010.00001010.00001010.00000000

Dapat diketahui dari hasil operasi logika tersebut, yaitu jaringan 10.10.10.0/24. Jaringan ini terdiri atas instrumen 10.10.10.1 sampai 10.10.10.254, dengan 10.10.10.0 sebagai alamat jaringan dan 10.10.10.255 sebagai alamat *broadcast/host*.

Ada tiga (3) *subnet mask* yang mempunyai nama istimewa. *Subnet mask* ini sudah lama digunakan jauh sebelum ada notasi CIDR, tetapi masih sering digunakan. Tiga *subnet mask* tersebut pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Penggolongan Standar *Subnet Mask* [5]

Kelas Alamat	Bit-bit yang digunakan <i>Subnet Mask</i>	Notasi Desimal
Kelas A	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
Kelas B	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
Kelas C	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0

Pada penelitian ini menggunakan *subnet mask* kelas B untuk instrumen Ubiquiti Network Bullet M5HP maupun instrumen PLC CompactLogix 1769-L32E. Dalam penggunaan *subnet mask* ini memiliki alasan sebagai berikut:

- Untuk mengefiensiakan alokasi alamat IP dalam sebuah jaringan supaya bisa memaksimalkan penggunaan alamat IP.
- Mengatasi masalah perbedaan *hardware* dan media fisik yang digunakan dalam suatu *network*, karena *router* IP hanya dapat mengintegrasikan berbagai *network* dengan media fisik yang berbeda jika setiap *network* memiliki *address network* yang unik.
- Meningkatkan *security* dan mengurangi terjadinya kongesti akibat terlalu banyaknya *host* dalam suatu jaringan.

### 3.3.2.3 *Pengalaman Default Gateway*

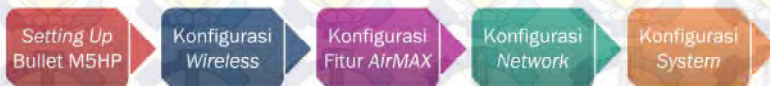
*Gateway* adalah komputer yang memiliki minimal 2 buah *network interface* untuk menghubungkan 2 buah jaringan atau lebih. Tujuan dari *gateway* ini adalah memberikan jalan/rute ke arah mana yang harus dilalui supaya paket data sampai ke alamat tujuan.

Pada konfigurasi *gateway* ini diberikan alamat yang sama jika dua instrumen ingin saling mengirim paket data. Tetapi jarang dilakukan konfigurasi *gateway* ini alamat IP dan *subnet mask* dirasa sudah cukup untuk melakukan pengalaman.

Dalam penelitian rancang bangun komunikasi ini hanya pada instrumen Ubiquiti Network Bullet M5HP yang dikonfigurasi *gateway* agar tidak terjadi kongesti dengan instrumen radio lain. *Gateway* yang digunakan adalah 77.193.10.5.

### 3.3.3 Konfigurasi *Wireless Bullet M5HP*

Sebelum dilakukan realisasi dari penelitian ini, diperlukan konfigurasi dan pengaturan instrumen-instrumen terkait. Sub Sub Bab ini akan dijelaskan secara lengkap mengenai pengaturan instrumen *Radio Frequency* Ubiquiti Network Bullet M5HP mengenai konfigurasi *Wireless*, konfigurasi fitur *AirMAX* yang dimiliki instrumen, konfigurasi *Network*, dan konfigurasi *System*. Sehingga dapat dibuat *flowchart* penjelasan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 *Flowchart* Konfigurasi Ubiquiti Network Bullet M5HP

#### 3.3.3.1 *Setting Up Bullet M5HP*

Sebelum memasuki konfigurasi *wireless*, diperlukan pengetahuan mengenai pemasangan (*setting up*) instrumen Ubiquiti Network Bullet M5HP agar dapat dikonfigurasi lebih lanjut. Ada beberapa komponen yang dibutuhkan untuk melakukan pemasangan Bullet M5HP. Berikut komponen-komponen yang dibutuhkan:

##### 1) *Transceiver* Bullet M5HP

Sebuah perangkat yang dapat dengan baik mengirim dan menerima komunikasi, dalam hal ini pemancar radio. Perangkat itu disebut *transceiver*. Bullet M5HP ini dapat dioperasikan dengan mudah hanya *plug and go*, tidak diperlukan *radio*



*card/host board* untuk memancarkan radio. Bullet M5HP dilengkapi dengan konektor RF N-Male yang nantinya dihubungkan ke antena. Gambar 3.22 adalah *transceiver* yang sudah diberikan label alamat IP.



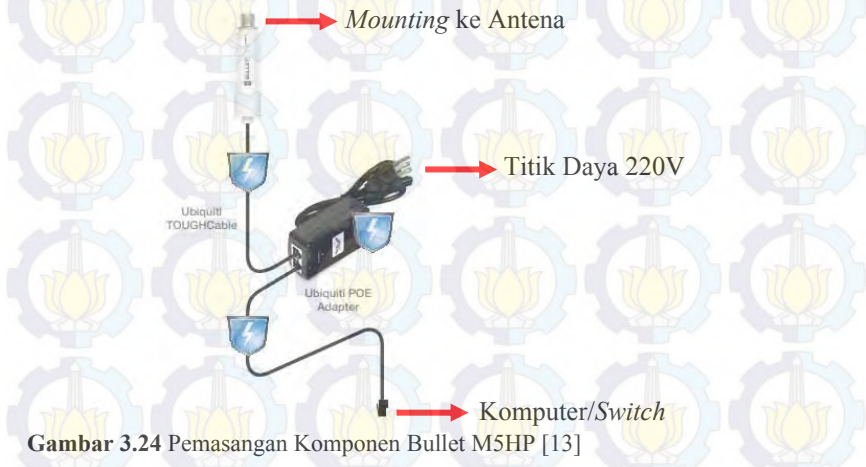
**Gambar 3.22** *Transceiver* Bullet M5HP

- 2) *PoE Adapter* (24V, 1A) dan *Power Cord*  
*Power over Ethernet (PoE) Adapter* berfungsi sebagai suplai daya ke *transceiver* Bullet M5HP sekaligus sebagai terminal yang menghubungkan dari komputer ke *transceiver*. Ada dua (2) *port EtherNet* yang disediakan, yaitu PoE untuk dihubungkan ke *transceiver* Bullet M5HP dan LAN untuk dihubungkan ke komputer. Sedangkan *power cord* adalah kabel *power supply* yang biasa digunakan untuk dicolokkan ke tegangan 220V. PoE dan *power cord* dapat dilihat pada Gambar 3.23.



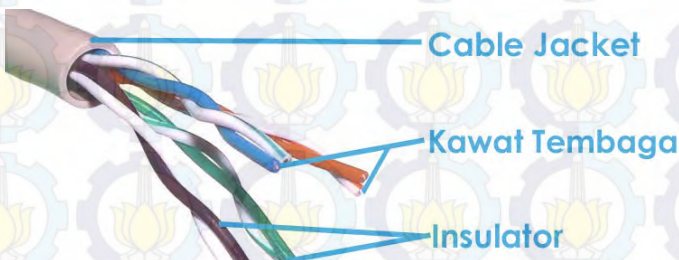
**Gambar 3.23** Instrumen Bullet M5HP dan *PoE Adapter*

Agar Bullet M5HP ini dapat dikonfigurasi melalui PC, maka komponen-komponen tersebut harus dipasang satu per satu seperti pada Gambar 3.24.



3) Kabel *EtherNet* UTP RJ-45

Karakteristik kabel jaringan UTP (*Unshielded Twisted Pair*), yakni bagian dalamnya terdiri dari 2 kawat tembaga yang dibagi menjadi 8 dawai lalu dikelompokkan lagi menjadi 4 pasang (*pair*). Tiap-tiap dawai atau *pair*-nya tersebut dipilin (*twisted*) saling berilitan sehingga membentuk sebuah pola berbentuk spiral, serta dilapisi oleh *insulator* yang dirancang dengan beraneka ragam warna.



**Gambar 3.25** Struktur Komponen Dasar Kabel UTP [14]

Dari Gambar 3.25 tersebut dapat dilihat jika kabel UTP terdiri dari tiga (3) komponen dasar. Ketiga komponen tersebut mempunyai fungsi tersendiri sebagaimana dijelaskan berikut:

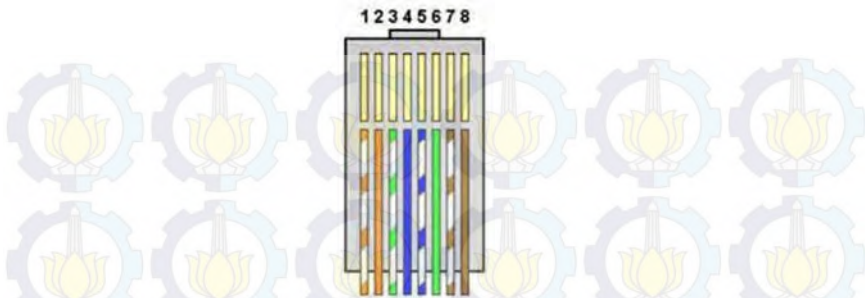
- **Kawat Tembaga**  
Kawat tembaga yang terletak di tengah-tengah ini berfungsi sebagai media konduktor listrik.
- **Insulator**  
Tiap-tiap kawat tembaga dilapisi oleh *insulator* yang memiliki warna berbeda, dimana fungsi lapisan yang satu ini adalah untuk melindungi kawat tembaga agar tidak bersentuhan langsung dengan kawat tembaga lainnya saat dipilin.
- **Cable Jacket**  
Di bagian paling luar, terdapat *cable jacket* yang berfungsi sebagai pelindung kabel UTP itu sendiri terhadap gangguan dari luar.

Konektor yang digunakan kabel *EtherNet* UTP ini adalah RJ-45. Ada beberapa kaidah yang digunakan untuk pemasangan kabel *EtherNet* UTP ke konektor RJ-45. Kaidah ini dibedakan berdasarkan urutan warna yang akan dipermanen pada konektor RJ-45. Kaidah tersebut dibagi menjadi dua (2) jenis, yaitu *Straight-Through* dan *Crossover*. Kedua metode pemasangan tersebut memiliki kegunaan masing-masing.

Pada penelitian ini, metode pemasangan kabel UTP menggunakan *Straight-Through* Model 568B karena kabel akan digunakan untuk menghubungkan dari sebuah instrumen ke komputer. Urutan pemasangan kabel UTP ini mengikuti aturan standar International dari *Electronic Industries Alliance* (EIA) dan *Telecommunication Industry Association* (TIA) sebagai berikut (diurutkan mulai dari pin 1 hingga pin 8):

- 1) Urutan ke 1: Putih Orange
- 2) Urutan ke 2: Orange
- 3) Urutan ke 3: Putih Hijau
- 4) Urutan ke 4: Biru
- 5) Urutan ke 5: Putih Biru
- 6) Urutan ke 6: Hijau
- 7) Urutan ke 7: Putih Coklat
- 8) Urutan ke 8: Coklat





**Gambar 3.26** Diagram Kabel *Straight-Through* Model 568B [14]

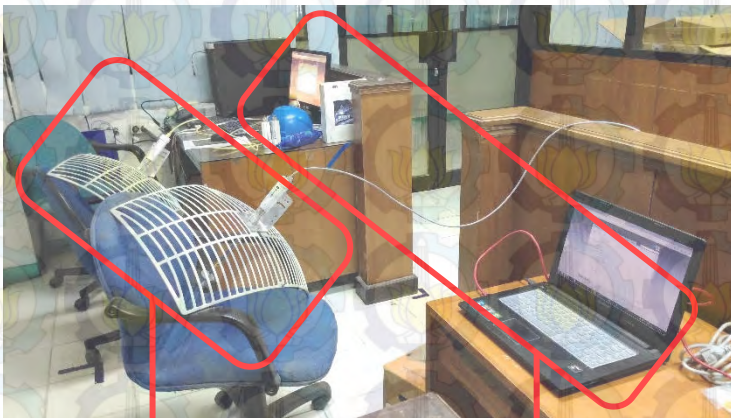
Dalam pemasangan konektor RJ-45 ke kabel *EtherNet* UTP, dibutuhkan beberapa tambahan alat, seperti Tang *Crimping* dan Gunting. Untuk mengetes konektor apakah sudah terpasang dengan baik apa belum menggunakan dengan *LAN Tester* (jika ada). Ada beberapa langkah dalam memasangkan yang akan dijelaskan sebagai berikut:

- Mengupas bagian ujung kabel UTP, kira-kira 2 cm.
- Membuka pilinan kabel, meluruskan dan mengurutkan kabel sesuai standar yang digunakan TIA/EIA 568B.
- Setelah urutannya sesuai standar, selanjutnya memotong dan meratakan ujung kabel.
- Memasukkan kabel yang sudah lurus dan sejajar tersebut ke dalam konektor RJ-45 dan memastikan semua kabel posisinya sudah benar.
- Melakukan *crimping* menggunakan *crimping tools*, tekan *crimping tool* dan pastikan semua pin (kuningan) pada konektor RJ-45 sudah “menggigit” tiap-tiap kabel.
- Setelah selesai pada ujung yang satu, melakukan hal serupa lagi pada ujung yang lain.
- Langkah terakhir adalah mengecek kabel yang sudah dibuat tadi dengan menggunakan *LAN Tester*, caranya memasukkan masing-masing ujung kabel (konektor RJ-45) ke masing-masing *port* yang tersedia pada *LAN Tester* (*point-to-point*), kemudian menyalakan dan memastikan semua lampu LED menyala sesuai dengan urutan kabel yang dibuat. Gambar 3.27 adalah peralatan yang dibutuhkan untuk memasang konektor RJ-45.



**Gambar 3.27** Alat yang Dibutuhkan untuk Pemasangan Konektor RJ-45

- 4) Antena *Omnidirectional* dan *Directional*  
 Sesuai dengan yang dibahas sebelumnya, untuk mengkonfigurasi *transceiver* Bullet M5HP dibutuhkan minimal dua antena (jenis antena diabaikan) dan dua PC yang sedang aktif. *Transceiver* Bullet M5HP tersebut memiliki konektor RF N-Male yang akan dipasang (*mounting*) ke antena berkonektor RF N-Female. Hasil dari pemasangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.38.



2 Antena dengan *Transceiver*

2 PC

**Gambar 3.28** *Setting Up* Ubiquiti Network M5HP

Setelah koneksi antara *transceiver* Bullet M5HP dan PC dapat terhubung dengan baik, maka dapat dilakukan konfigurasi *transceiver* tersebut.

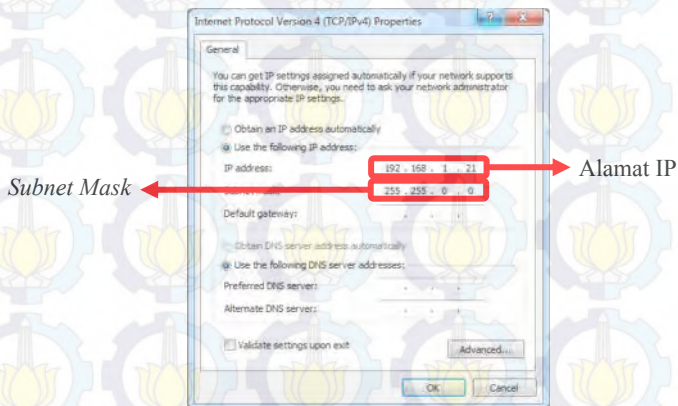
### 3.3.3.2 Konfigurasi Wireless

Sebelum melakukan konfigurasi *Wireless*, dibutuhkan pengetahuan mengenai akses *firmware* yang sudah terinstal pada *transceiver* Bullet M5HP. *Firmware* yang digunakan memiliki versi XM.v5.5.6 Build 17762. Untuk mengakses *firmware* tersebut diperlukan sebuah *browser*, dalam hal ini Penulis menggunakan Mozilla Firefox v42.0 sebagai *browser*. *Firmware* Bullet M5HP dapat diakses dengan menggunakan alamat <https://192.168.1.20>. Namun sebelumnya *EtherNet Adapter* PC harus sudah diatur dengan pengaturan:

IP address : 192.168.1.x subnet (contoh 192.168.1.21)

Subnet mask : 255.255.0.0

Pada Gambar 3.29 adalah gambar dari hasil pengaturan alamat IP dan *subnet mask* v4.0 agar PC dapat memiliki satu *host* yang sama dengan *transceiver* Bullet M5HP yang akan dikonfigurasi.

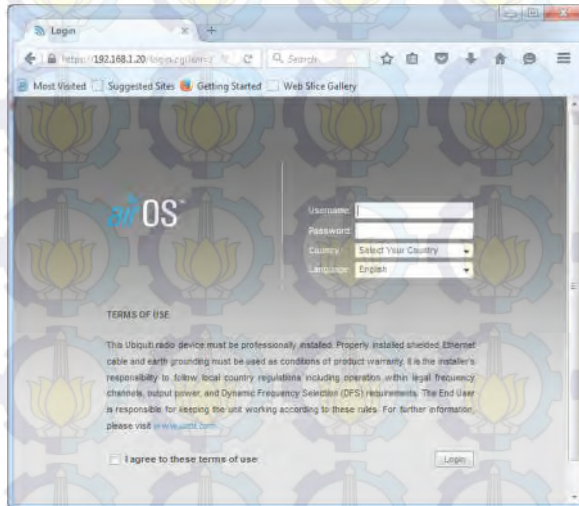


**Gambar 3.29** Setting Alamat IP dan Subnet Mask pada *EtherNet Adapter* PC

Langkah selanjutnya mengakses *firmware* dengan alamat yang sudah dijelaskan sebelumnya (Gambar 3.30). Kemudian akan muncul tampilan antarmuka dari Bullet M5HP. Untuk memasuki *firmware* tersebut dibutuhkan *username* dan *password*. Dapat diisi dengan pengaturan berikut.



*Username* : ubnt  
*Password* : ubnt  
*Country* : Indonesia  
*Language* : English



**Gambar 3.30** *Firmware Ubiquiti Network Bullet M5HP*

Setelah dapat *login* ke dalam *firmware*, maka pertama kali akan diatur pada *Wireless Menu*. Pada menu tersebut terdapat kolom pengaturan yang harus diisi. Kegunaan kolom pengaturan tersebut adalah:

a) *Wireless Mode*

Terdapat tiga pilihan mode jaringan *Wireless*, yakni *Access Point*, *AP Repeater*, dan *Station*. Ketiga mode tersebut memiliki fungsi sendiri-sendiri yang digunakan sesuai kebutuhan. Penulis akan menjelaskan mengenai konsep dari ketiga mode tersebut.

- *Access Point* adalah sebuah perangkat jaringan yang berisi sebuah *transceiver* dan antena untuk transmisi dan menerima sinyal ke dan dari *clients remote*.
- *Repeater* atau pengulang adalah sebuah perangkat jaringan yang berisi sebuah *transceiver* dan antena untuk meneruskan trafik data ke *node* lain. Ketika sebuah *node* mempunyai jarak yang sangat jauh atau tidak *line of sight* (LOS) akibat ada bangunan atau pohon yang tinggi, maka diperlukan

*repeater* untuk mengulang trafik data dari *access point* yang sudah dibangun.

- *Station* atau yang sering disebut dengan *endpoint* adalah sebuah perangkat jaringan yang berisi sebuah *transceiver* dan antena untuk transmisi dan menerima data yang berada di *node* terakhir.

b) *Windows Deployment Services*

*Windows Deployment Services* (WDS) adalah teknologi *server* dari Microsoft untuk instalasi berbasis jaringan sistem operasi Windows. WDS ini adalah penerus instalasi *Remote Services*.

c) *Service Set Identifier (SSID)*

Serangkaian 0-32 oktet. Menu ini digunakan sebagai pengidentifikasi untuk LAN *Wireless*, dan dimaksudkan untuk suatu daerah tertentu dijadikan daerah yang unik. Sejak *identifier* ini sering dimasukkan ke dalam perangkat secara manual oleh pengguna, dan bentuk keluaran dari *identifier* ini berupa *string* yang mudah terbaca oleh manusia yang biasa disebut dengan "nama jaringan".

d) *Country Code and IEEE 802.11 Mode*

Kedua menu ini telah dikunci (*locked*) oleh pihak Bullet M5HP sehingga tidak bisa dilakukan modifikasi. Menu *Country Code* adalah negara yang sudah dimasukkan pertama kali ketika *login* ke dalam *firmware*. Sedangkan Menu *IEEE 802.11 Mode* adalah mode jaringan *Wireless* yang digunakan, yakni *A/N mixed*, yang berarti otomatis menggunakan jaringan *Wireless* 802.11a maupun 802.11n.

e) *Channel Width*

*Channel width* atau dapat dikatakan lebar kanal menentukan kapasitas maksimum yang dilalui dalam satu kanal. Semakin besar lebar kanal maka semakin besar pula kecepatan transfer. Sehingga semakin besar lebar kanal maka semakin pendek jarak yang dapat dicapai untuk transfer data. Namun jika lebar kanal semakin besar, maka kemungkinan untuk tertangkapnya intervensi dan volume *noise* juga semakin besar pula. Pada perangkat Bullet M5HP ini memiliki tiga (3) pilihan lebar kanal, yaitu 5 MHz, 10 MHz, 20 MHz, dan 30 MHz. Pilihan lebar kanal 5 MHz ini memungkinkan jarak maksimal yang dapat digunakan hingga 15 km.

f) *Channel Shifting*

Pilihan ini merupakan pilihan yang independen untuk ditentukan. Pengguna bebas memilih *Enable* atau *Disable*. *Channel shifting* ini berguna untuk menggeser pusat dari frekuensi kanal. Namun frekuensi kanal yang dipilih tidak berubah, misal tetap 5 MHz. *Channel shifting* dimaksudkan untuk menambahkan sedikit keamanan/isolasi dari *gear wireless* dan juga kemungkinan untuk menghindari interferensi ke pusat.

g) *Frequency, MHz*

Frekuensi yang akan dilalui oleh kedua perangkat Bullet M5HP tersebut. Frekuensi merupakan *wireless band* (pita nirkabel). Bullet M5HP ini dapat menggunakan frekuensi hingga 5825 MHz. frekuensi tersebut tergolong tinggi sehingga interferensi dari perangkat lain dapat diminimalisir.

h) *Frequency List, MHz*

Pada menu ini telah disediakan *scanning* perangkat *wireless* sekitar yang menggunakan frekuensi tersebut sehingga mudah untuk menemukan nama jaringan yang akan tersambung. Untuk menu lainnya sesuai *factory default*.

Gambar 3.31 adalah tampilan menu *Wireless*.



Gambar 3.31 Menu *Wireless* pada Bullet M5HP

Setelah memahami setiap menu yang ada pada *Wireless*, perangkat Bullet M5HP dapat dikonfigurasi dengan mudah. Pada rancang bangun komunikasi ini, terdapat 4 perangkat Bullet M5HP. Setiap perangkat mempunyai konfigurasi pengaturan masing-masing. Tabel 3.3 merupakan konfigurasi pengaturan pada setiap perangkat Bullet M5HP.



**Tabel 3.3** Konfigurasi Menu *Wireless* pada Bullet M5HP

<b>Bullet M5HP AP-Repeater CCR TB1&amp;2</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Wireless Mode</i>	<i>AP-Repeater</i>
<i>WDS Peers</i>	-24:A4:3C:90:04:99 (alamat MAC Bullet M5HP pada <i>Plant Water Treatment</i> TB1&2)
<i>SSID</i>	CCR_12
<i>Country Code</i>	Indonesia
<i>IEEE 802.11 Mode</i>	A/N mixed
<i>Channel Width</i>	30 MHz
<i>Channel Shifting</i>	<i>Disable</i>
<i>Frequency, MHz</i>	5745
<i>Frequency List, MHz</i>	<i>Enable, 5745</i>
<b>Bullet M5HP AP-Repeater Plant Water Treatment TB1&amp;2</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Wireless Mode</i>	<i>AP-Repeater</i>
<i>WDS Peers</i>	24:A4:3C:40:5E:6F (alamat MAC Bullet M5HP pada CCR TB1&2)
<i>SSID</i>	WT
<i>Country Code</i>	Indonesia
<i>IEEE 802.11 Mode</i>	A/N mixed
<i>Channel Width</i>	30 MHz
<i>Channel Shifting</i>	<i>Disable</i>
<i>Frequency, MHz</i>	5745
<i>Frequency List, MHz</i>	<i>Enable, 5745</i>
<b>Bullet M5HP Station 1 Plant OK Mill FLSmidh</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Wireless Mode</i>	<i>Station</i>
<i>WDS (Transparent Bridge Mode)</i>	<i>Enable</i>
<i>SSID</i>	CCR_12
<i>Lock to AP MAC</i>	24:A4:3C:40:5E:6F (alamat MAC Bullet M5HP pada CCR TB1&2)
<i>Country Code</i>	Indonesia
<i>IEEE 802.11 Mode</i>	A/N mixed
<i>Channel Width</i>	30 MHz
<i>Channel Shifting</i>	<i>Disable</i>
<i>Frequency List, MHz</i>	<i>Enable, 5745</i>

**Tabel 3.3** Konfigurasi Menu *Wireless* pada Bullet M5HP

Bullet M5HP Station 1 Plant OK Mill FLSmidth	
Pilihan	Pengaturan
<i>Wireless Mode</i>	<i>Station</i>
<i>WDS (Transparent Bridge Mode)</i>	<i>Enable</i>
<i>SSID</i>	WT
<i>Lock to AP MAC</i>	24:A4:3C:90:04:99 (alamat MAC Bullet M5HP pada <i>Plant Water Treatment TB1&amp;2</i> )
<i>Country Code</i>	Indonesia
<i>IEEE 802.11 Mode</i>	A/N mixed
<i>Channel Width</i>	30 MHz
<i>Channel Shifting</i>	<i>Disable</i>
<i>Frequency List, MHz</i>	<i>Enable, 5745</i>

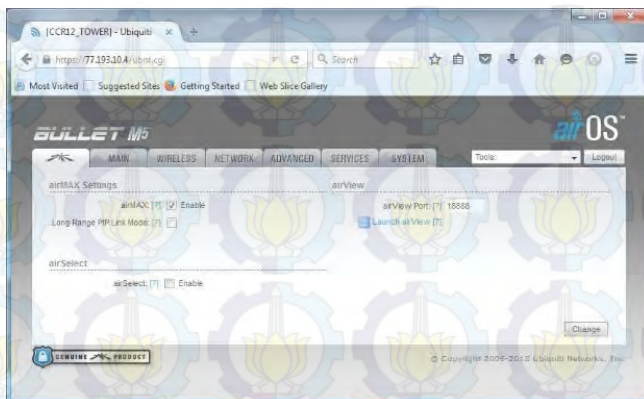
Setelah konfigurasi selesai dilakukan dengan pengaturan tersebut, maka konfigurasi pada *Wireless Menu* telah berhasil dilakukan. Selanjutnya adalah konfigurasi fitur *airMAX*.

### 3.3.3.3 Konfigurasi Fitur *AirMAX*

Bullet M5HP memiliki fitur khusus tersendiri yang memiliki karakteristik unik untuk membuat *access point*. *AirMAX* merupakan teknologi milik Ubiquiti yang berbasis *Time Division Multiple Access* (TDMA). *AirMAX* meningkatkan kinerja keseluruhan pada instalasi jaringan *point-to-point* (PtP) dan *point-to-multipoint* dan tahan terhadap lingkungan yang memiliki *noise* karena dapat mengurangi latensi (waktu yg diperlukan untuk memindahkan data dari satu titik ke titik yg lain), meningkatkan *throughput* (*bandwidth* aktual yang diukur dengan satuan waktu tertentu), dan memberikan toleransi yang lebih baik terhadap interferensi. *AirMAX* juga meningkatkan jumlah maksimal pengguna yang dapat tersambung dengan *access point airMAX*. Ada beberapa pilihan pada fitur *airMAX* ini, yaitu:

- *airMAX* : menyediakan performansi *wireless* yang superior dan latensi yang rendah.
- *airSelect* : mengubah kanal *wireless* secara dinamis untuk menghindari interferensi.
- *airView* : analisa spektrum Ubiquiti.
- *airMAX Priority* : memprioritaskan jaringan *airMAX*, digunakan pada perangkat *station*.

Gambar 3.32 adalah tampilan menu *airMAX*.



**Gambar 3.32** Menu *AirMAX* pada Bullet M5HP

Konfigurasi yang diatur dalam Bullet M5HP ini memanfaatkan fitur *airMAX*. Diharapkan dengan menggunakan fitur *airMAX access point* akan menghindari adanya interferensi dan meningkatkan *throughput*. Tabel 3.4 adalah konfigurasi *airMAX* pada setiap instrumen Bullet M5HP.

**Tabel 3.4** Konfigurasi Menu *AirMAX* pada Bullet M5HP

Bullet M5HP AP-Repeater CCR TB1&2	
Pilihan	Pengaturan
<i>airMAX</i>	<i>Enable</i>
<i>Long Range PtP Link Mode</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airSelect</i>	<i>Disable</i>
<i>airView Port</i>	18888
Bullet M5HP AP-Repeater Plant Water Treatment TB1&2	
Pilihan	Pengaturan
<i>airMAX</i>	<i>Enable</i>
<i>Long Range PtP Link Mode</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airSelect</i>	<i>Disable</i>
<i>airView Port</i>	18888



**Tabel 3.4** Konfigurasi Menu *AirMAX* pada Bullet M5HP

<b>Bullet M5HP Station 1 Plant OK Mill FLSmidth</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>airMAX Priority</i>	<i>High</i>
<i>airView Port</i>	18888
<b>Bullet M5HP Station 2 Kantor PISK TB1&amp;2</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>airMAX Priority</i>	<i>High</i>
<i>airView Port</i>	18888

### 3.3.3.4 Konfigurasi Network

Instrumen Bullet M5HP juga menyediakan konfigurasi mengenai pengaturan jaringan seperti layaknya sebuah *switch* ataupun *router*. Berikut akan dijelaskan mengenai tiga (3) mode yang dapat digunakan pada *Network Role*:

- *Bridge*

*Bridge Mode* digunakan ketika menggunakan jaringan dalam skala yang kecil. Instrumen berfungsi sebagai jembatan transparan dan beroperasi di lapisan 2, seperti layaknya sebuah *unmanaged switch*. Hanya ada satu alamat IP untuk instrumen dalam mode *Bridge*.

- *Router*

Instrumen ini dipisahkan menjadi dua jaringan atau *subnet* (satu WAN dan satu LAN). Dalam mode *Router*, fungsi WLAN sebagai *Wide Area Network* (WAN). *Port EtherNet* berfungsi sebagai LAN. Setiap antarmuka nirkabel atau kabel pada WAN atau LAN memiliki alamat IP.

- *SOHO Router*

Mode *SOHO Router* (*Small Office/Home Office*) berasal dari mode *Router*. Dalam mode *SOHO Router*, *port EtherNet* utama berlabel <...> berfungsi sebagai *port* WAN. WLAN dan *port EtherNet* lainnya berfungsi sebagai LAN. Setiap antarmuka nirkabel atau kabel pada WAN atau LAN memiliki alamat IP.

Namun pada rancang bangun komunikasi ini, mode yang digunakan hanya mode *Bridge* sehingga Penulis hanya membahas konfigurasi mengenai mode *Bridge* tersebut. Ada beberapa menu yang harus dikonfigurasi, yakni:

- *Configuration Mode*

Ada dua (2) pilihan yang dapat dipilih, yakni *Simple* dan *Advanced*. Ketika memilih *Simple*, konfigurasi pengaturan dasar saja yang tersedia, sedangkan konfigurasi pengaturan lanjutan tersembunyi. Ketika memilih *Advanced*, pengguna dapat mengatur *interface*, *IP aliases*, *VLAN network*, *firewall*, dan lainnya.

- *Management IP Address*

Dalam pengaturan ini juga dapat dipilih dua (2) mode, yakni *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) dan *Static*. Ketika memilih DHCP, *server* DHCP lokal memberikan alamat IP dinamis, alamat IP *gateway*, dan alamat DNS ke perangkat. Sedangkan ketika memilih *Static*, pengguna dapat menentukan pengaturan alamat IP statis ke instrumen Bullet M5.

- *IP Address*

Untuk menentukan alamat IP dari instrumen. Alamat IP ini akan digunakan untuk keperluan manajemen instrumen.

- *Netmask*

Ketika *netmask* diubah ke dalam bentuk biner, *netmask* tersebut menyediakan pemetaan untuk menentukan bagian mana dari kisaran alamat IP yang digunakan untuk perangkat *network* dan bagian mana yang digunakan untuk perangkat *host* sesuai dengan penjelasan sebelumnya. *Netmask* dapat mendefinisikan ruang alamat dari segmen jaringan perangkat.

- *Gateway IP*

Alamat IP yang biasanya digunakan oleh *host router*, yang menyediakan koneksi ke internet. *Gateway* IP ini dapat menjadi modem *Digital Subscriber Line* (DSL), modem kabel, atau *router Wireless Identification and Sensing Platform* (WISP) *gateway*. Perangkat mengarahkan paket data ke *gateway* jika *host* tujuan tidak dalam jaringan lokal.

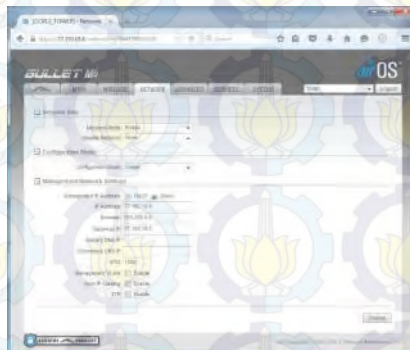
- *Primary DNS IP*

Untuk menentukan alamat IP dari *server* utama DNS (*Domain Name System*).

- *Secondary DNS IP*

Untuk menentukan alamat IP dari *server* sekunder DNS. Pilihan ini adalah opsional dan digunakan hanya jika *server* utama DNS tidak merespon dengan baik.

- *Maximum Transmission Unit (MTU)*  
MTU adalah ukuran paket maksimum (dalam *byte*) yang dapat dikirimkan oleh jaringan. Konfigurasi *default* adalah 1500.
  - *Management VLAN*  
Untuk membuat perangkat membuat jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* secara otomatis.
  - *Auto IP Aliasing*  
Jika pilihan diaktifkan, secara otomatis menghasilkan alamat IP untuk *interface* WLAN/LAN yang sesuai. Alamat IP yang dihasilkan adalah alamat IP Kelas B yang unik dari berbagai 169.254.xy (*netmask* 255.255.0.0), yang dimaksudkan untuk digunakan dalam segmen jaringan yang sama saja. *Auto IP* selalu dimulai dengan 169.254.xy, dengan X dan Y sebagai dua oktet terakhir dari alamat MAC dari instrumen Bullet M5HP.
  - *Spanning Tree Protocol (STP)*  
Apabila STP ini diaktifkan, *bridge* perangkat berkomunikasi dengan perangkat jaringan lainnya dengan mengirim dan menerima *Bridge Protocol Data Unit (BPDU)*. STP harus dinonaktifkan (pengaturan *default*) bila perangkat adalah satu-satunya *bridge* di LAN atau ketika tidak ada *loop* dalam topologi, karena tidak ada kebutuhan untuk menggunakan STP.
- Gambar 3.33 adalah tampilan menu *Network*.



Gambar 3.33 Menu *Network* pada Bullet M5HP

Konfigurasi yang digunakan dalam Bullet M5HP ini menggunakan mode *Bridge*. Konfigurasi *Network* pada setiap instrumen Bullet M5HP dapat dilihat pada Tabel 3.5.



**Tabel 3.5** Konfigurasi Menu *Network* pada Bullet M5HP

<b>Bullet M5HP AP-Repeater CCR TB1&amp;2</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Network Mode</i>	<i>Bridge</i>
<i>Disable Network</i>	<i>None</i>
<i>Configuration Mode</i>	<i>Simple</i>
<i>Management IP Address</i>	<i>Static</i>
<i>IP Address</i>	77.193.10.4
<i>Netmask</i>	255.255.0.0
<i>Gateway IP</i>	77.193.10.5
<i>Primary DNS IP</i>	-
<i>Secondary DNS IP</i>	-
<i>MTU</i>	1500
<i>Management VLAN</i>	<i>Unchecked</i>
<i>Auto IP Aliasing</i>	<i>Unchecked</i>
<i>STP</i>	<i>Unchecked</i>
<b>Bullet M5HP AP-Repeater Plant Water Treatment TB1&amp;2</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Network Mode</i>	<i>Bridge</i>
<i>Disable Network</i>	<i>None</i>
<i>Configuration Mode</i>	<i>Simple</i>
<i>Management IP Address</i>	<i>Static</i>
<i>IP Address</i>	77.193.10.1
<i>Netmask</i>	255.255.0.0
<i>Gateway IP</i>	77.193.10.5
<i>Primary DNS IP</i>	-
<i>Secondary DNS IP</i>	-
<i>MTU</i>	1500
<i>Management VLAN</i>	<i>Unchecked</i>
<i>Auto IP Aliasing</i>	<i>Unchecked</i>
<i>STP</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airMAX</i>	<i>Enable</i>
<i>Long Range PtP Link Mode</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airSelect</i>	<i>Disable</i>
<i>airView Port</i>	18888
<b>Bullet M5HP Station 1 Plant OK Mill FLSmithd</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Network Mode</i>	<i>Bridge</i>
<i>Disable Network</i>	<i>None</i>

**Tabel 3.5** Konfigurasi Menu *Network* pada Bullet M5HP

<b>Bullet M5HP Station 1 Plant OK Mill FLSmidth</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Configuration Mode</i>	<i>Simple</i>
<i>Management IP Address</i>	<i>Static</i>
<i>IP Address</i>	77.193.10.2
<i>Netmask</i>	255.255.0.0
<i>Gateway IP</i>	77.193.10.5
<i>Primary DNS IP</i>	-
<i>Secondary DNS IP</i>	-
<i>MTU</i>	1500
<i>Management VLAN</i>	<i>Unchecked</i>
<i>Auto IP Aliasing</i>	<i>Unchecked</i>
<i>STP</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airMAX</i>	<i>Enable</i>
<i>Long Range PtP Link Mode</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airSelect</i>	<i>Disable</i>
<i>airView Port</i>	18888
<b>Bullet M5HP Station 1 Plant OK Mill FLSmidth</b>	
<b>Pilihan</b>	<b>Pengaturan</b>
<i>Network Mode</i>	<i>Bridge</i>
<i>Disable Network</i>	<i>None</i>
<i>Configuration Mode</i>	<i>Simple</i>
<i>Management IP Address</i>	<i>Static</i>
<i>IP Address</i>	77.193.10.3
<i>Netmask</i>	255.255.0.0
<i>Gateway IP</i>	77.193.10.5
<i>Primary DNS IP</i>	-
<i>Secondary DNS IP</i>	-
<i>MTU</i>	1500
<i>Management VLAN</i>	<i>Unchecked</i>
<i>Auto IP Aliasing</i>	<i>Unchecked</i>
<i>STP</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airMAX</i>	<i>Enable</i>
<i>Long Range PtP Link Mode</i>	<i>Unchecked</i>
<i>airSelect</i>	<i>Disable</i>
<i>airView Port</i>	18888

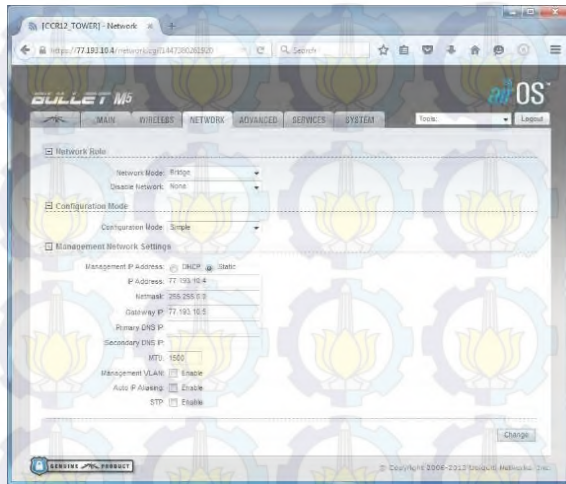
### 3.3.3.5 Konfigurasi System

Instrumen Bullet M5HP juga memiliki pengaturan *Advanced* dan *Services*, namun pada penelitian ini Penulis menetapkan konfigurasi pengaturan sesuai dengan *factory default*. Dalam pengaturan menu *System* ini merupakan menu pilihan administratif. Pengaturan pada menu ini akan dijelaskan sebagai berikut:

- *Firmware Update*  
Dalam menu ini pengguna dapat melihat rincian tentang *firmware* sekaligus melakukan *update* secara *online* ataupun *offline*.
- *Device*  
Pengguna dapat mengatur nama instrumen yang nantinya akan digunakan dalam sistem operasi *router*, *registration screens*, dan *discovery tools*. Pengguna juga dapat mengatur bahasa *interface* yang digunakan.
- *Date Settings*  
Pada sub menu ini dapat diatur *time zone* dan *start up* yang digunakan untuk mengubah waktu ketika instrumen diaktifkan.
- *System Accounts*  
Sub menu *system accounts* disarankan harus diubah agar menghindari adanya perubahan konfigurasi yang tidak diinginkan oleh pihak tertentu. Pengguna dapat mengatur *administrator name* dan *password firmware* yang diinginkan.
- *Miscellaneous*  
Menu *miscellaneous* hanya menyediakan satu pilihan saja, yakni *Reset Button*. *Reset Button* digunakan untuk membolehkan penggunaan tombol reset fisik perangkat. Untuk mencegah reset yang tidak disengaja, hilangkan centang kotak (hal ini juga menonaktifkan *remote PoE* ulang).
- *Location*  
*Latitude* (garis lintang) dan *longitude* (garis bujur) menentukan koordinat dari instrumen. Koordinat ini digunakan secara otomatis untuk memperbarui lokasi instrumen di *airControl*.
- *Device Maintenance*  
Kontrol di bagian ini mengelola perangkat rutinitas pemeliharaan, yaitu *reboot* dan laporan informasi pendukung. *Reboot* yang dimaksud sama seperti *reboot hardware*, yakni *power-off* dan *power-on*. Konfigurasi yang dilakukan tetap sama setelah *reboot* selesai dilakukan.



Gambar 3.34 adalah tampilan menu *System*.



Gambar 3.34 Menu *System* pada Bullet M5HP

Pada konfigurasi ini hanya dilakukan penggantian *timezone*, *device name*, *administrator name*, dan *password*. Untuk konfigurasi ini Penulis tidak membahas secara detail pengaturan tiap instrumen karena konfigurasi pada menu *System* ini hanya diketahui oleh *administrator*.

### 3.4 Realisasi

Dalam Sub Bab realisasi akan dibahas mengenai implementasi dari perancangan yang sudah dibuat. Realisasi dibagi dalam tiga (3) tahapan agar dapat dijelaskan secara jelas dan rinci. Ketiga tahapan tersebut adalah realisasi komunikasi fiber optik, realisasi komunikasi *wireless*, dan realisasi *Human Machine Interface Plant OK Mill FLSmidth*. *Flowchart* realisasi dari rancang bangun tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.35.



Gambar 3.35 Tahapan Realisasi

### 3.4.1 Realisasi Komunikasi Fiber Optik

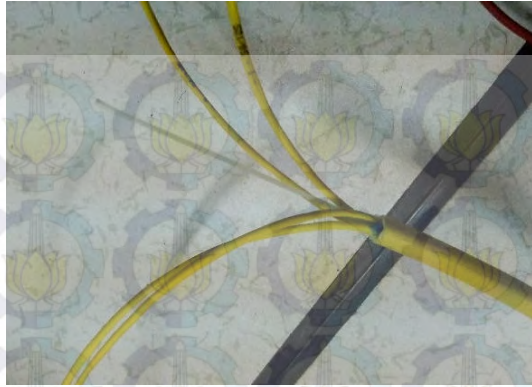
Realisasi yang dilakukan Penulis dalam penelitian ini hanya sebatas teknik terminasi konektor kabel fiber optik. Hal ini dikarenakan Penulis tidak diizinkan untuk realisasi lebih jauh. Teknik terminasi konektor kabel fiber optik memiliki teknik tersendiri dan harus dilakukan sesuai prosedur yang ada. Jika hal ini tidak dilakukan maka kemungkinan besar akan terjadi kecacatan pada kabel sehingga tidak bisa digunakan. Teknik terminasi tersebut akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

- 1) Langkah pertama adalah menyiapkan semua peralatan atau *kit* dan juga kabel fiber optik yang digunakan dalam terminasi konektor kabel fiber optik seperti Gambar 3.36. *Kit* tersebut adalah 3M Hot Melt *Kit* Fiber Termination 230V yang sudah dijelaskan pada Sub Sub Bab Identifikasi Komponen Fiber Optik. *Kit* ini berisi beberapa alat seperti pemanas getah epoksi, konektor yang dilengkapi dengan getah epoksi, pemotong kabel fiber optik, pengupas inti kabel fiber optik, dan sebagainya.



**Gambar 3.36** Peralatan Terminasi Konektor Kabel Fiber Optik

- 2) Selanjutnya yang perlu dilakukan dengan mengupas lapisan jaket luar terlebih dahulu. Kabel fiber optik yang digunakan memiliki 4 inti kabel sehingga jaket yang dimiliki jaket luar dan jaket dalam. Memotong jaket luar sekitar 20 cm atau sesuai dengan kebutuhan. Jaket luar juga dilindungi oleh serabut-serabut Kevlar dan plastik rangka yang digunakan sebagai penguat dan pemberi rangka terhadap kabel fiber optik, namun juga tetap menjaga elastisitas dari kabel. Hasil pemotongan dapat dilihat pada Gambar 3.37.



**Gambar 3.37** Ilustrasi Kabel Fiber Optik

Setelah jaket luar terkupas dengan menggunakan pemotong kabel, maka yang dapat dilakukan mengupas serabut-serabut Kevlar dan plastik rangka sesuai dengan batas potongan jaket terluar. Serabut Kevlar pada jaket luar lebih tebal daripada jaket dalam. Sedangkan plastik rangka ini hanya terdapat pada lapisan jaket luar saja.

- 3) Pemotongan jaket dalam sekitar 3-5 cm dengan pemotong kabel. Memotong jaket dalam ini harus lebih berhati-hati karena resiko patahnya inti kabel lebih tinggi. Setelah itu memotong serabut Kevlar sesuai dengan panjang jaket dalam yang terpotong.
- 4) Setelah jaket dalam terpotong akan terlihat *buffer primer* dan mantel yang melindungi *core* (inti) kabel. Diameter dari *buffer primer* 250  $\mu\text{m}$ , di dalamnya terdapat mantel 125  $\mu\text{m}$  dan inti 62,5  $\mu\text{m}$ . Pengelupasan *buffer primer* ini menggunakan *fiber optic stripper* (Gambar 3.38). Pengelupasan dilakukan dengan cara memasukkan *buffer primer* ke *fiber optic stripper* dengan tidak terlalu menjepit *buffer primer* tersebut. Hal ini harus dilakukan dengan hati-hati karena *core* dapat patah dengan mudah.



**Gambar 3.38** Fiber Optic Stripper

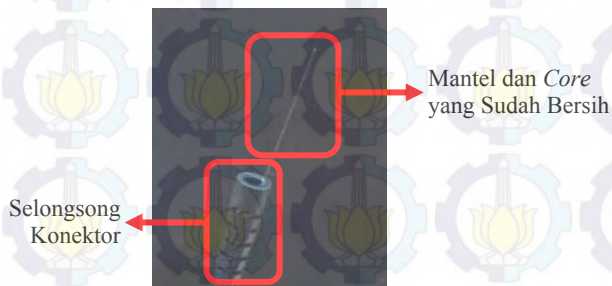


- 5) Pengelupasan *buffer primer* dengan menggunakan *fiber optic stripper* masih menyisakan serpihan dari *buffer primer*. Hal ini harus dibersihkan hingga tersisa lapisan mantel dan *core*. Untuk membersihkan sisa-sisa serpihan tersebut dapat menggunakan pembersih khusus, yakni *fiber optic micro strip* (Gambar 3.39). Terminator atau teknisi diharapkan memakai pengaman sarung tangan agar serpihan-serpihan *buffer primer* tidak masuk ke pori-pori pembuluh darah. Serpihan-serpihan *buffer primer* ini berukuran mikron.



**Gambar 3.39** *Fiber Optic Micro Strip*

*Buffer primer* yang belum bersih dimasukkan ke ujung *micro strip* dengan perlahan-lahan hingga seluruh bagian *buffer primer* ikut masuk. Kemudian menjepit *micro strip* dengan sedikit demi sedikit namun tidak dijepit secara penuh karena *core* dapat patah. Bersamaan dengan menjepit *micro strip*, kabel fiber optik ditarik perlahan-lahan ke arah keluar. Jika masih ada serpihan-serpihan atau belum rata, maka dilakukan secara berulang pada tahap ini hingga tertinggal mantel dan *core* berukuran  $125\ \mu\text{m}$ . Setelah itu langsung memasukkan selongsong lunak konektor ke dalam kabel.



**Gambar 3.40** Mantel dan *Core* yang Sudah Bersih

- 6) Memanaskan konektor ST\* *Connector* MM dengan oven 3M Hot Surface Hohe Temperature 230V (Gambar 3.41). Konektor ST dibungkus dalam kemasan kantong polietilena yang disegel rapat karena konektor tersebut dilengkapi dengan getah epoksi beserta zat aktivatornya. Tidak seperti konektor lainnya di mana getah epoksinya terpisah, konektor ST ini dapat langsung dipanaskan pada suhu 60°C. Konektor ST dimasukkan ke dalam tempat 3M Connector Melt, kemudian diletakkan di 3M Hot Surface untuk dipanaskan sekiranya 10-15 menit. Sebagai tanda bahwa konektor ST sudah siap digunakan akan muncul gelembung-gelembung kecil (getah mendidih) terdapat di atas konektor tersebut.



**Gambar 3.41** Konektor ST yang Dipanaskan

- 7) Ketika konektor ST sudah mendidih, maka memasukkan secara perlahan kabel fiber yang telah dikupas ke dalam hidung konektor melalui bagian belakang konektor, hingga lapisan *buffer* fiber mengganjal dan menjadikannya tidak lagi dapat digeser masuk lebih dalam (Gambar 3.24). Dalam hal ini sangat rentan sekali putusya atau pecahnya kabel fiber. Apabila sampai terputus, fiber optik harus dipersiapkan ulang, karena ukuran fiber akan menjadi tidak lagi pas. Patahan fiber yang ada di dalam konektor sudah lengket dengan getah epoksi sehingga harus dilakukan pergantian konektor. Insiden ini tentu saja harus dihindari sebisa mungkin.



**Gambar 3.42** Pemasangan Kabel Fiber ke Konektor ST

- 8) Setelah konektor dingin, maka selongsong dapat disisipkan ke konektor. Selanjutnya mengetuk secara lembut bagian serat yang berada di dekat lubang depan hidung konektor, hingga seluruh serat yang menyembul keluar putus terpotong. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.43. Sedangkan pemotong genggam khusus yang digunakan ada pada Gambar 3.44. Menyimpan bagian yang terpotong tadi di dalam wadah yang aman untuk kemudian dibuang.



**Gambar 3.43** Pemotongan Fiber yang Menyembul Keluar [3]



**Gambar 3.44** Pemotong Genggam Fiber Optik



- 9) Ujung fiber yang tersisa kini harus dipoles. Cara yang digunakan adalah memoles dengan cara manual. Yang dibutuhkan dalam memoles fiber ini adalah alas kerja yang rata berupa sebuah pelat kaca dengan luas  $15 \text{ cm}^2$ . Kertas ampelas khusus yang digunakan disebut kertas *lapping film*. Kertas ini pada dasarnya dibuat dari selapis bahan aluminium oksida yang diletakkan di atas sebuah lembaran plastik berwarna. Tingkat kekasaran kertas ampelas tersebut ditentukan oleh seberapa besarnya ukuran partikel-partikel bahan yang ada di permukaannya dan bermacam-macam ukuran diberi warna yang berbeda-beda untuk memudahkan untuk mengenali. Ukuran partikel dapat berkisar mulai dari yang paling kasar sebesar  $30 \mu\text{m}$  diberi warna hijau, hingga yang paling halus sebesar  $0,3 \mu\text{m}$  diberi warna putih (Gambar 3.45).



**Gambar 3.45** Pelat Kaca dan Kertas Ampelas

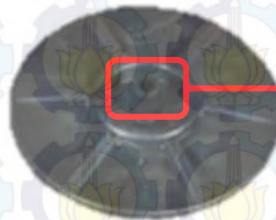
- 10) Dengan menggunakan kaca pembesar, dapat diamati lubang depan hidung konektor untuk mengetahui seberapa panjang fiber yang masih menyembul keluar di antara gumpalan getah epoksi (Gambar 3.46). Ujung fiber yang tidak terbungkus getah epoksi sangat mudah pecah dan harus dikikis habis dengan kertas ampelas halus  $0,3 \mu\text{m}$  hingga menjadi rata dengan permukaan hidung konektor.



Getah Epoksi dan  
Fiber Berlebih

**Gambar 3.46** Getah Epoksi dan Fiber Berlebih yang Muncul di Ujung Hidung Konektor

Langkah yang dapat dilakukan dengan cara menggosokkan kertas ampelas secara lembut pada ujung fiber, namun harus berhati-hati agar tidak terlalu kencang. Sebelum digosokkan ke kertas ampelas, hal yang perlu dilakukan adalah memasang penutup ujung konektor dengan plastik pengaman yang telah disertakan dalam paket Konektor ST. Plastik pengaman ini disebut sebagai *dolly* atau pemandu polesan (Gambar 3.47). Dengan adanya *dolly*, fiber optik lebih mudah untuk dipertahankan berada dalam posisi tegak lurus ketika penggosokkan. Setiap *dolly* dirancang untuk satu jenis konektor tertentu saja guna menjamin ketepatan ukuran dan kecocokan mekanisme penjepit.



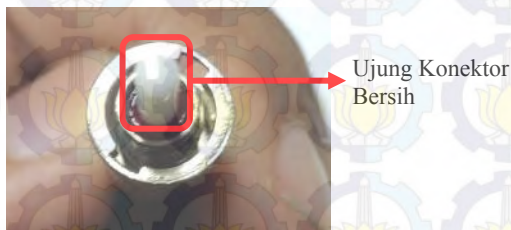
Lubang untuk  
Dimasukkan Ujung  
Konektor

**Gambar 3.47** *Dolly*

- 11) Dengan kertas ampelas di atas pelat kaca dan menancapkan hidung konektor ke dalam lubang pada *dolly* (Gambar 3.48). Teknik penggosokan menggunakan kertas ampelas ini harus mengikuti alur yang membentuk angka '8' yang dilakukan berulang-kali (kira-kira 25 kali) hingga ujung konektor mengkilap dan getah epoksi hilang dari ujung konektor tersebut (Gambar 3.49). Teknik penggosokan ini dapat menghindarkan dari keretakan ujung fiber dan juga dapat memudahkan untuk meratakan ujung dari konektor. Gesekan antara hidung konektor yang keluar dari bagian bawah *dolly* dan permukaan kertas ampelas akan mengikis habis fiber berlebih.



**Gambar 3.48** Proses Penggosokan Konektor [3]



**Gambar 3.49** Ujung Konektor yang Sudah Bersih dan Mengkilap

Apabila ujung fiber yang menyembul keluar terlalu panjang, atau gosokan dilakukan terlalu keras, gelombang getaran akan timbul



dan mengakibatkan keretakan pada fiber optik. Retakan ini memiliki bentuk khas yang mirip dengan huruf ‘Y’ dan merambat secara vertikal ke bagian fiber di bawahnya (Gambar 3.50). Jika hal ini terjadi, maka pemolesan dengan cara secanggih apa pun tidak akan dapat memperbaiki keadaan.



**Gambar 3.50** Retakan Berbentuk Khas [3]

- 12) Dengan menggunakan mikroskop atau kaca pembesar (Gambar 3.51), dapat diperhatikan lubang pada bagian depan hidung konektor. Akan terlihat sebuah daerah berwarna kehitaman yang merupakan gumpalan getah epoksi (Gambar 3.52). Apabila warna hitam benar-benar pekat, teknik penggosokan diulangi kembali hingga warna gumpalan menjadi lebih terang dan akhirnya benar-benar bening seperti transparan (Gambar 3.53). Pemolesan diperlukan hingga gumpalan-gumpalan getah benar-benar hilang. Apabila ujung fiber tidak terlihat jernih dan kebiruan, maka pemolesan masih harus terus dilakukan. Setelah itu membersihkan semua perangkat, termasuk *dolly* dan konektor itu sendiri. Pembersihan dilakukan harus dengan sangat hati-hati menggunakan kertas tisu yang telah dibasahi dengan cairan alkohol atau air bebas mineral. Kemudian memastikan bahwa tidak sedikit pun terdapat partikel kertas ampelas yang tertinggal di permukaan semua alat. Oleh karena itu, dalam terminasi konektor kabel fiber optik ini “kebersihan adalah hal yang mutlak”.



**Gambar 3.51** Mikroskop atau Kaca Pembesar



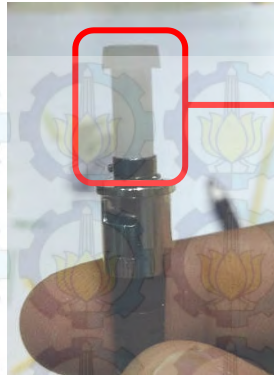
**Gambar 3.52** Hasil Penglihatan Konektor yang Kurang Bersih



Core Sudah  
Terlihat

**Gambar 3.53** Hasil Penglihatan Konektor yang Sudah Bersih

- 13) Langkah terakhir yang dapat dilakukan adalah menutup pelindung debu pada bagian depan hidung konektor untuk melindungi fiber sesuai pada Gambar 3.54.



**Gambar 3.54** Konektor Kabel Fiber Optik yang Siap Digunakan

Setelah fiber optik sudah diterminasi sesuai dengan prosedur tersebut, langsung dilanjutkan pemasangan ke *Plant*. Penulis tidak diperbolehkan ikut dalam *wiring*, *splicing* (jika diperlukan), ataupun *module mounting*. Sehingga dalam penyelesaian rancang bangun komunikasi fiber optik dilakukan oleh karyawan dan pekerja Pabrik Tuban 1&2 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

### 3.4.2 Realisasi Komunikasi *Wireless*

Pada realisasi komunikasi *wireless* (nirkabel) akan dijelaskan mengenai fabrikasi dan pemasangan di menara yang bebas halangan. Keempat instrumen Bullet M5HP yang sudah dikonfigurasi diberikan pengamanan agar lebih handal terhadap lingkungan yang ekstrim. Lingkungan yang ekstrim diakibatkan oleh hujan dan tingkat kapasitas debu yang tinggi di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Pemasangan pengamanan dan komponen antenna agar antenna siap pasang disebut dengan fabrikasi. Dengan arti lain fabrikasi adalah suatu rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material dirangkai menjadi satu dengan pelaksanaan setahap demi setahap sampai menjadi suatu bentuk salah satu dari tipe-tipe konstruksi sehingga dapat dipasang menjadi sebuah bentuk bangunan hingga selesai. Pelaksanaan pengerjaannya melalui beberapa proses-proses produksi setahap demi setahap, itu dinamakan proses *cutting*, proses *drilling*, proses *assembling*, proses *welding*, proses *finishing*, proses *marking*, proses *blasting*, dan proses *painting*.



Pihak yang melakukan fabrikasi adalah Seksi *Workshop* TB1&2. *Workshop* TB1&2 dapat melakukan pekerjaan konstruksi baja yang dilakukan didalam suatu bangunan atau gedung yang didalamnya sudah dipersiapkan segala macam alat untuk melakukan proses produksi dan pekerjaan-pekerjaan fabrikasi lainnya. Mesin-mesin yang terdapat pada *Workshop* TB1&2 adalah mesin potong, mesin bor, mesin pan, mesin *sharing*, mesin *roll*, mesin las, mesin *shotblast*, dan mesin pengecatan.

Komponen yang perlu difabrikasi adalah antenna *omnidirectional* HG5812U-PRO dan antenna *directional* HG5827EG. Proses fabrikasi ini berlangsung sekitar 2 hari untuk pengelasan penyangga besi dan pemasangan pengaman *transceiver* berupa *polypipe ridgiduct*. Penyangga besi berdiameter 5 cm tersebut digunakan sebagai tiang antenna, sedangkan *polypipe ridgiduct* merupakan pipa yang elastis namun kuat yang memberikan pelindung tambahan pada *transceiver*. Hasil dari fabrikasi antenna *omnidirectional* dapat dilihat pada Gambar 3.55.



**Gambar 3.55** Hasil Fabrikasi Antena *Omnidirectional*

Untuk antenna *directional* (Gambar 3.56) pun juga harus difabrikasi terlebih dahulu. Hasil fabrikasi juga sama dengan memberikan penyangga besi untuk *mounting* di menara dan *polypipe ridgiduct* pada bagian *transceiver*. Namun, hasil dari fabrikasi antenna *directional* tidak didokumentasikan oleh Penulis.



**Gambar 3.56** Antena *Directional* yang akan difabrikasi

Setelah antenna selesai difabrikasi, hal yang dilakukan selanjutnya adalah pemasangan di menara (*tower*) setinggi  $\pm 20$  m. Menara tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.57. Pemasangan dilakukan oleh karyawan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan membawa beberapa peralatan-peralatan khusus yang dibutuhkan untuk memanjat menara. Pemasangan yang pertama dilakukan pada CCR TB1&2.



**Gambar 3.57** Menara CCR TB1&2

Pemasangan antenna membutuhkan waktu yang lama karena sulitnya medan menara untuk dinaiki. Pada pemasangan ini juga diperlukan *wiring* yang rapi sesuai dengan jalur kabel yang sudah tersedia. Untuk mengikatkan kabel UTP (Gambar 3.58) dengan jalur kabel digunakan pengikat yang disebut *cable ties*. Karena kabel UTP yang memiliki elastisitas tinggi sehingga teknisi sulit untuk melakukan *wiring* ke ruang CCR TB1&2 lantai 3 melalui jalur kabel yang dapat dilihat pada Gambar 3.59. Kabel UTP harus dipotong terlebih dahulu dengan tang pemotong sesuai dengan kebutuhan.

Cara yang dapat ditempuh, yaitu dengan mengeluarkan kawat tebal dari ruang CCR TB1&2 untuk memberikan ‘pancingan’ kemudian diikatkan pada kabel UTP yang sudah dihubungkan ke antenna dan *transceiver*. Ikatan dapat berupa dilakban sementara lalu ditarik dari ruang CCR TB1&2 dengan perlahan-lahan. Hal yang harus dihindari adalah kabel yang tertekuk atau terpelintir karena dapat mengakibatkan kabel mudah rusak.



**Gambar 3.58** Kabel UTP Belden *Spool-In-Box*



**Gambar 3.59** *Wiring* kabel UTP ke ruang CCR TB1&2



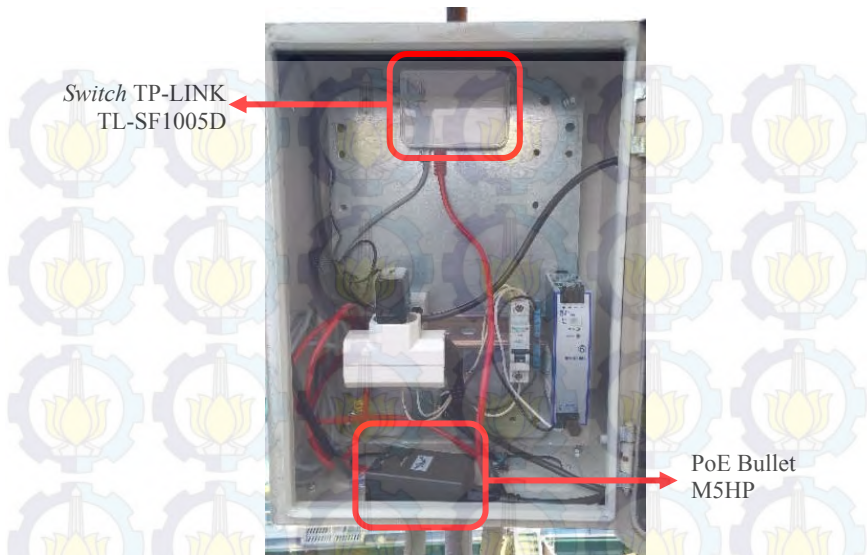
Kabel UTP yang sudah dapat masuk ke dalam ruang CCR TB1&2, maka langsung dapat dihubungkan ke *Switch* Hirschmann Mach102-8TP. *Wiring* dilanjutkan melalui di bawah lantai CCR TB1&2 hingga menuju *switch*. Setelah *wiring* dapat tertata rapi dan aman, dapat dilakukan pemasangan konektor RJ-45. Kemudian dihubungkan ke *switch* tersebut dan PoE *Adapter* untuk memberikan suplai daya ke *transceiver* Bullet M5HP.

Selanjutnya pemasangan antenna *omnidirectional* pada *Plant Water Treatment* TB1&2 (Gambar 3.60). Menara *Water Treatment* TB1&2 yang akan digunakan sebagai tempat *repeater* memiliki tujuh (7) lantai dan mudah untuk diakses sehingga Penulis dapat ikut serta dalam pemasangan antenna. Pemasangan antenna dapat berjalan lebih cepat dan mudah daripada pemasangan antenna di menara CCR TB1&2. *Wiring* dilewatkan melalui pipa yang ada kemudian diikatkan menggunakan *cabel ties*.



**Gambar 3.60** Pemasangan Antena *Omnidirectional* pada Menara *Water Treatment* TB1&2

*Transceiver* Bullet M5HP *Water Treatment* TB1&2 dihubungkan melalui *Switch* TP-LINK TL-SF1005D di panel kontrol lantai ke-5 menara tersebut seperti Gambar 3.61. *Switch* ini terhubung dengan *Switch* Hirschmann Mach102-8TP yang merupakan *loop* jaringan *Plant Water Treatment* TB1&2. Pada saat diadakannya penelitian, *Plant Water Treatment* TB1&2 sedang dimatikan (*offline*) sehingga tidak dapat dikonfigurasi dengan PLC CompactLogix L32E pada *plant* tersebut. Antena *omnidirectional* berhasil dipasang seperti terlihat pada Gambar 3.62.



**Gambar 3.61** Panel Kontrol Menara *Water Treatment* TB1&2



**Gambar 3.62** Antena *Omnidirectional* yang Sudah Terpasang

Untuk pemasangan antena *directional* pada *Plant OK Mill* FLSmith dan Kantor PISK TB1&2 dilakukan sama persis dengan pemasangan antena pada CCR TB1&2. Menara yang digunakan sama

persis dengan menara CCR TB1&2. Hal yang harus diperhatikan pada saat pemasangan antenna *directional* ini adalah antenna harus menghadap secara persis dan tepat ke antenna *omnidirectional* yang dituju. Antara kedua antenna tersebut tidak boleh adanya halangan yang membatasi meskipun hanya sebuah pohon karena dapat mengganggu pancaran sinyal radio elektromagnetik.

### 3.4.3 Realisasi *Human Machine Interface Plant OK Mill FLSmidth*

HMI *Plant OK Mill FLSmidth* ini hanya dapat diakses di lapangan secara langsung sehingga perlu dilakukan rancang bangun HMI yang lebih mudah dan efisiensi untuk diakses di CCR TB1&2. HMI yang sudah ada di lapangan dibangun menggunakan *software* Pro-face, sedangkan rancang bangun HMI menggunakan *software* FTVIEW.

Untuk membangun sebuah HMI, hal yang paling mendasar yaitu mengetahui dan memahami proses kinerja pada subsistem *Plant OK Mill FLSmidth*. Ketiga subsistem tersebut adalah 540RL1 (*Rollers Lubrication*), 540GL1 (*Gears Lubrication*), dan 540HS1 (*Hydraulics System*). Untuk mengetahui *flow sheet* setiap subsistem dapat dilihat pada Lampiran E, sedangkan untuk mengetahui *block diagram*-nya pada Lampiran F. Kemudian diperlukan pengetahuan mengenai instrumen-instrumen dan *address* tiap instrumen tersebut. Oleh karena itu, untuk memudahkan dalam rancang bangun HMI, Penulis mempelajari HMI yang sudah ada dengan cara *men-download* keseluruhan HMI Pro-face tersebut.

Dalam *men-download* HMI dari *interface plant* secara langsung, dibutuhkan sebuah perangkat USB *Data Transfer Cable* CA3-USBCB-01 Pro-face (Gambar 3.63). Perangkat USB ini dapat digunakan untuk mengirim (*send*) atau menerima (*receive*) *project* HMI ke *display interface*, membandingkan (*compare*) *project*, mendapatkan informasi tampilan, bahkan dapat mengirim (*send*) atau menerima (*receive*) *security* HMI.



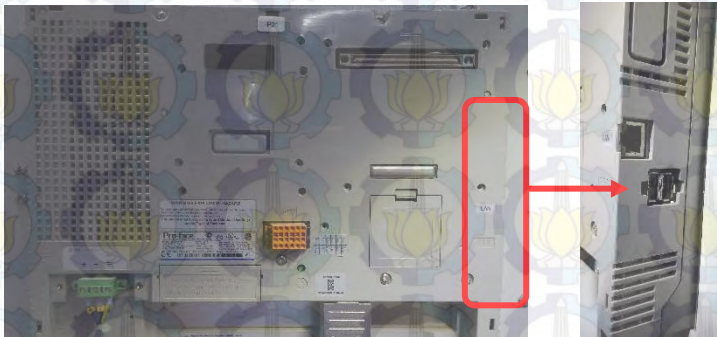
**Gambar 3.63** USB Data Transfer Cable CA3-USBCB-01 Pro-face



Kemudian men-download HMI secara langsung ke *interface plant* (Gambar 3.64) dengan *USB Data Transfer Cable* Pro-face. Untuk dapat men-download HMI diperlukan *software* Pro-face GP-ProEX yang sudah terinstal di laptop. Yang digunakan oleh Penulis adalah Pro-face GP-ProEX v4.00, sedangkan HMI pada *display interface plant* dibuat pada Pro-face v3.50. Namun, hal ini tidak menimbulkan masalah karena versi yang terinstal di laptop lebih tinggi.



**Gambar 3.64** *Display Interface Plant OK Mill FLSmithh*



**Gambar 3.65** *Display Interface Plant OK Mill FLSmithh Tampak Belakang*

Setelah laptop (PC) tersambung dengan *display interface plant* melalui *port* USB (Gambar 3.65), pada *software* Pro-face dapat diikuti langkah sebagai berikut untuk men-download HMI.

- 1) Pilih *Project (F) Menu*
- 2) Kemudian klik *Transfer Project (G) | DISPLAY → PC Receive Project (R)*

- 3) Untuk menyimpan, memberikan nama dan tempat destinasi dari *file* pada *Save As Window Bar*.

Ketiga subsitem HMI harus di-*download* satu per satu. Untuk *list* alarm setiap subsistem dapat dilihat pada Lampiran G. Kemudian tahap selanjutnya adalah membuat daftar (*listing*) berupa tabel yang berisi dengan *tooltips name*, *tag name*, *tag address PLC*, *state animation*, dan *state preview*. Penjelasan dari setiap isi tabel tersebut sebagai berikut.

- *Tooltips Name*

Nama keterangan dari instrumen yang akan dimasukkan ke dalam *tooltips* HMI yang akan dirancang pada *software* FTVIEW. Nama ini hanya untuk memberikan keterangan ketika kursor ditunjuk ke sebuah instrumen pada HMI FTVIEW.

- *Tag Name*

Nama pengenalan atau nama label yang sudah tersedia pada HMI *display interface* yang nantinya akan ditampilkan pada HMI yang dibangun.

- *Tag Address PLC*

Label alamat yang terhubung dengan PLC CompactLogix L32E. *Tag Address* ini dapat berupa *bit address* dan *word address*.

- *State Animation dan State Preview*

*State* yang dimaksud adalah status animasi dari instrumen secara *real-time*. Pada umumnya *state* instrumen terdiri dari kondisi ON dan OFF.

Setelah mendapatkan data yang cukup dari HMI Pro-face, kemudian membuat HMI pada *software* FTVIEW dengan *template margin* dan *header* yang sudah ditentukan oleh PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Tahap pertama yang dilakukan dengan membuat bangun tampilan sesuai dengan HMI yang ada di Pro-face. Namun, tampilan dimodifikasi sesuai dengan permintaan dari pihak perusahaan agar dapat mempermudah dalam mengoperasikan HMI FTVIEW.

Tampilan HMI dibuat sedemikian rupa agar dapat mencakup semua informasi yang dibutuhkan. Tampilan HMI yang sudah jadi, selanjutnya diberikan *state animation* untuk setiap instrumen dan *process line*. Kemudian melengkapi tampilan dengan *tooltips name* untuk memberikan keterangan nama pada setiap instrumen. Tampilan juga diberikan alarm yang berfungsi untuk memberikan peringatan jika terjadi gangguan selama proses kerja *plant*.

Batasan pada *display* HMI yang dirancang menggunakan *software* FTVIEW ini hanya untuk *monitoring* dan memberikan satu aksi kontrol,

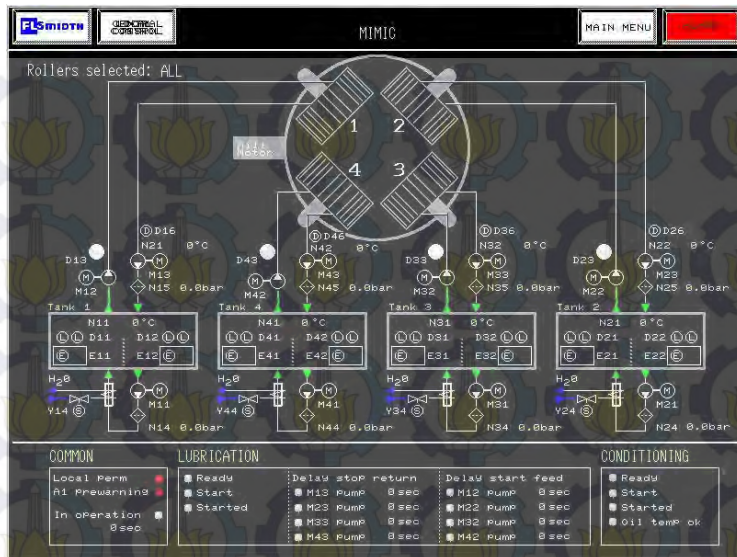
yaitu *Reset Default Factory*. Untuk melengkapi fitur yang dapat memberikan aksi kontrol setiap instrumen, maka dapat dilakukan pengembangan pada penelitian ini.

*Display* (tampilan) HMI yang sudah berhasil dibuat di PC, kemudian diperlukan untuk meng-*upload* ke jaringan *loop server* CCR TB1&2. Ketiga *file* HMI tersebut diduplikat ke dalam *directory file* penyimpanan keseluruhan HMI Pabrik Tuban 1 & 2. Untuk membuat *linking display layer* yang sudah ada dengan HMI yang sudah dibuat, cara yang dapat dilakukan adalah mengatur *link object* pada *display* HMI kemudian diisi dengan nama *file* HMI *Plant OK Mill FLSmidth*.

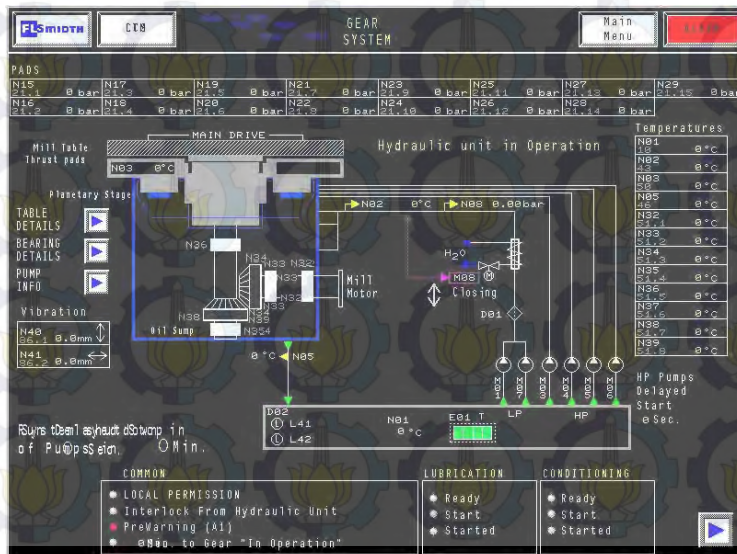
Untuk memperbarui (*updating*) tampilan di jaringan *server* dapat dilakukan dengan langkah *restart* ulang program FTStudio. Setelah program dijalankan kembali, HMI yang sudah dirancang akan berjalan secara *real-time* sesuai dengan kondisi *Plant OK Mill FLSmidth* saat itu juga.

*Listing Tag Address* PLC pada setiap instrumen didapat dari *display interface* Pro-face. *Listing* tersebut dilakukan secara manual, yaitu dengan mendaftarkan *tag address* satu per satu. Pada HMI Pro-face di lapangan terbagi menjadi 3 bagian, yakni *header* (menu), *plant*, dan *footer* (indikator). Untuk *listing tag address* PLC menggunakan *software* Pro-face GP-ProEX v4.00. Tidak hanya instrumen seperti motor ataupun *valve*, namun *process line* juga memiliki *tag address* tersendiri yang diambil dari sensor di lapangan. Hasil dari *listing tag address* PLC dapat dilihat pada lampiran H.1 untuk *Listing Tag Address* Subsistem 540RL1, H.2 untuk *Listing Tag Address* Subsistem 540GL1, dan H.3 untuk *Listing Tag Address* Subsistem 540HS1. Gambar 3.66, Gambar 3.67, dan Gambar 3.68 adalah HMI yang sudah ada di *display plant* yang nantinya akan dibangun dengan *software* lain.

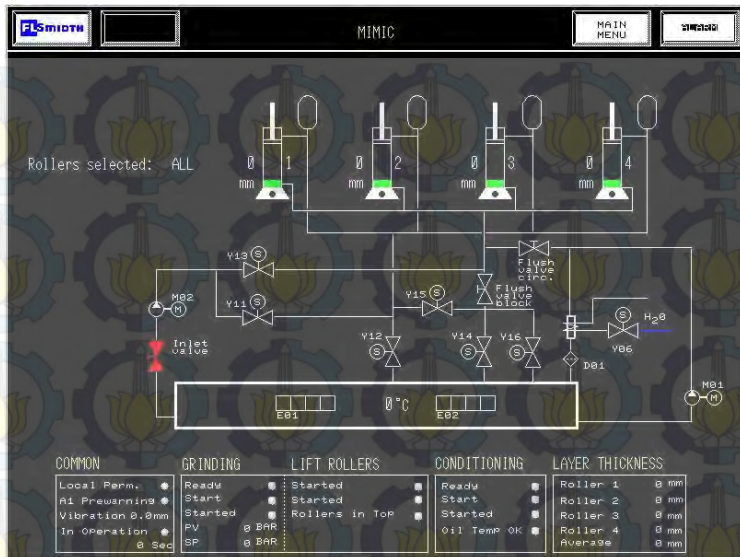




Gambar 3.66 Display HMI Substistem 540RL1



Gambar 3.67 Display HMI Substistem 540GL1



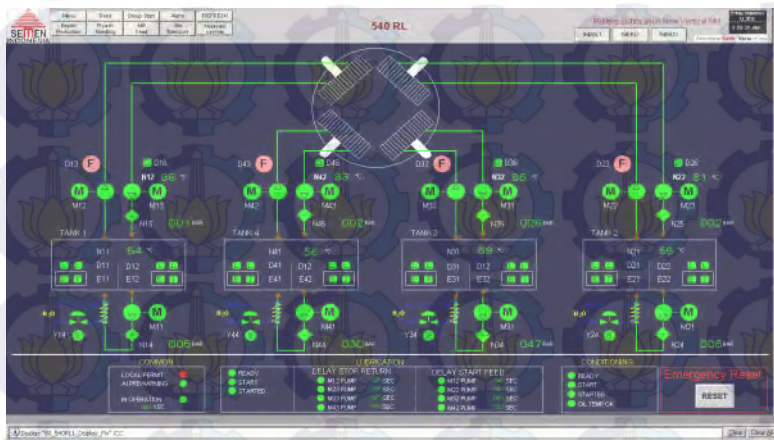
**Gambar 3.68** Display HMI Subsistem 540HS1

Setelah *listing address* PLC berhasil dilakukan, kemudian membangun HMI menggunakan *software* Factory Talk View Machine Edition Rockwell v7.00. HMI yang dibangun juga dibagi menjadi 3 bagian, *header* (menu), *plant*, dan *footer* (indikator). Namun, pada *header* terjadi perbedaan karena menu dihubungkan (*linked*) ke HMI Overview Tuaban 1 & 2 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Dalam membangun HMI FTVIEW, yang pertama kali dilakukan adalah menentukan *resolution layer* atau dimensi dari *display* yang diinginkan. Selanjutnya dengan membuat *header* yang terdiri dari beberapa menu yang dapat dipilih. Menu ini digunakan untuk menghubungkan dengan antar-layer HMI.

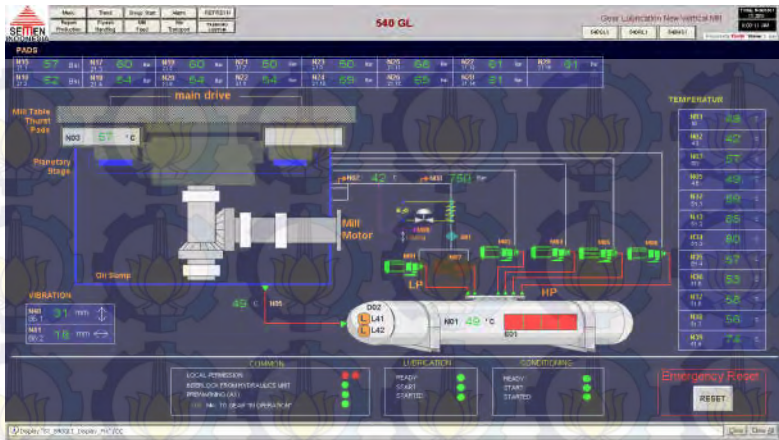
Selanjutnya membuat tampilan *footer* yang berupa beberapa indikator penting sesuai yang ada pada *display* di lapangan. *Space* kosong yang berada di antara *header* dan *footer* digunakan untuk menggambarkan kondisi riil dari *plant*. Pembuatan bentuk-bentuk instrumen dilakukan dengan cara manual, yaitu digambar menggunakan *line* dan *shape* yang sudah disediakan pada *software* FTVIEW. Pembuatan tampilan ini diharapkan dapat mencakup semua informasi sesuai yang ada pada *display* di lapangan.

Setelah tampilan HMI berhasil dibangun, hal yang selanjutnya memasukkan *tag address* PLC yang sudah terdaftar. Dalam memasukkan *tag address* ini dilakukan satu per satu pada setiap instrumen ataupun *process line*. *State animation* juga diatur pada saat pemasukan *tag address*. *State* tersebut dapat memperlihatkan kondisi instrumen saat itu juga. Hal lain yang perlu diintegrasikan ke dalam HMI adalah alarm. Alarm dimasukkan sesuai *tag address* alarm yang sudah tersedia pada *display* di lapangan. Gambar 3.69, Gambar 3.70, dan Gambar 3.71 adalah HMI FTView Plant OK Mill FLSmidt yang berhasil dibangun oleh Penulis.

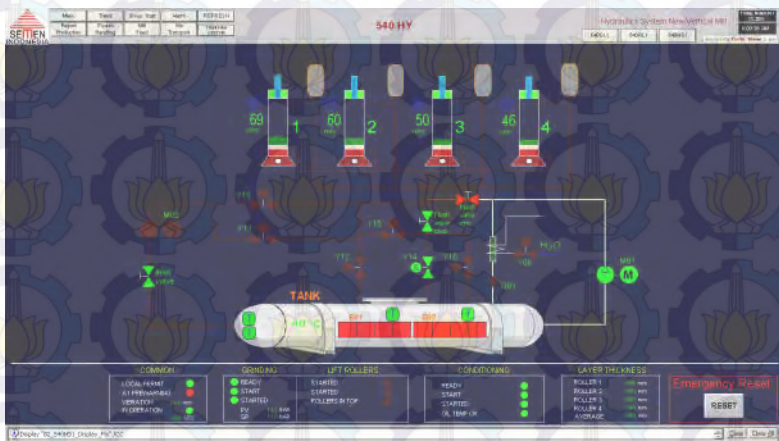


Gambar 3.69 Display HMI FTView Subsystem 540RL1

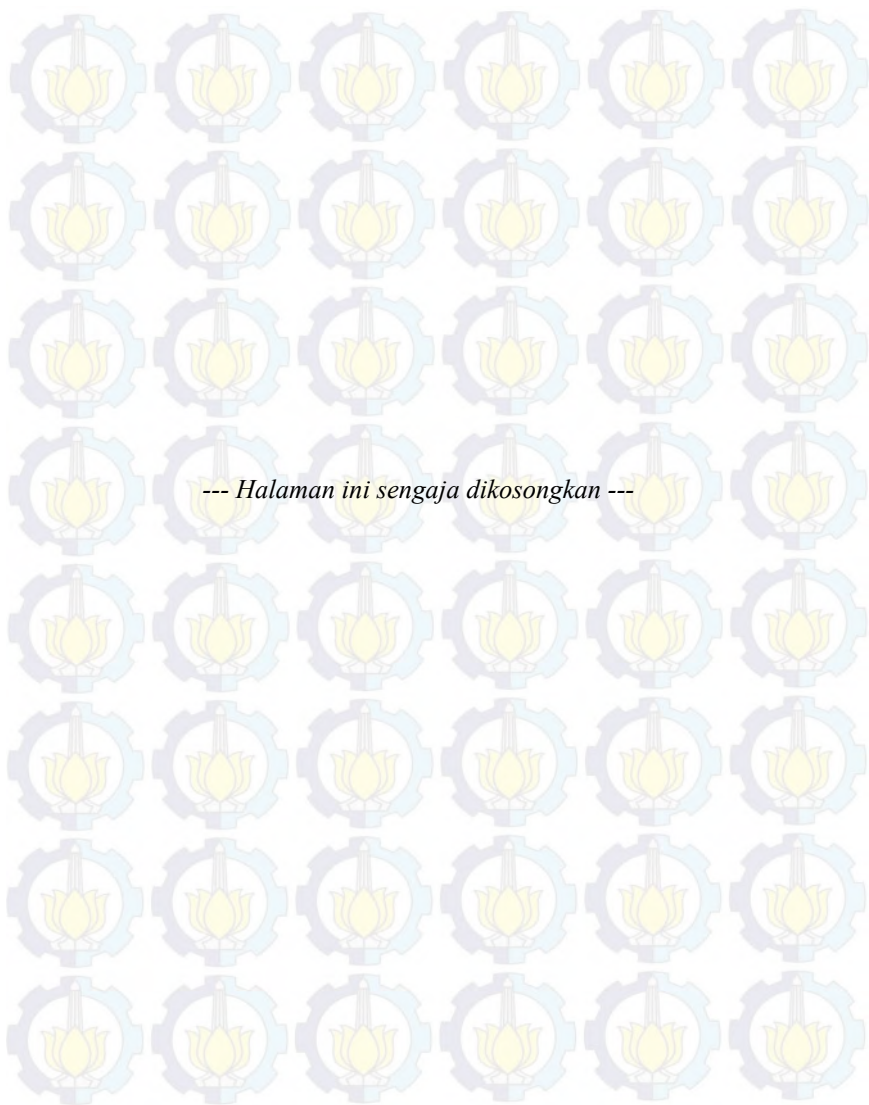




Gambar 3.70 Display HMI FTView Subsystem 540GL1



Gambar 3.71 Display HMI FTView Subsystem 540HS1



--- Halaman ini sengaja dikosongkan ---

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah rancang bangun komunikasi dan HMI berhasil dilaksanakan. Kemudian dilakukan pengujian jaringan komunikasi dengan *delay* pengiriman paket data dengan fitur *ping test command prompt* dan fitur *ping test* Bullet M5HP. Untuk memastikan komunikasi berhasil melakukan transmisi data, dilakukan *remote desktop* untuk memonitor HMI dari *Plant Water Treatment TB1&2*.

Untuk melakukan pengujian mengenai HMI dengan mencocokkan *tag address* pada program *ladder Plant OK Mill FLSmidth* dengan HMI FTView. Penulis melakukan *listing tag address* PLC untuk melakukan pengecekan apakah *tag* pada HMI FTView sesuai dengan kondisi riil di *Plant OK Mill FLSmidth* atau belum.

Dalam Bab ini juga mencantumkan hasil dari kuesioner kepuasan rancang bangun *Distributed Control System* (DCS). Responden yang mengisi adalah sampel dari karyawan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Hasil ini untuk memperkuat hasil dari penelitian yang sudah diimplementasikan oleh Penulis.

#### 4.1 Pengujian Jaringan Komunikasi

Pengujian ini bertujuan untuk melakukan uji komunikasi antar komputer atau instrumen yang sudah terhubung dalam jaringan. Pengujian hanya sebatas menggunakan *ping test* berupa *channel transfer delay* karena Penulis tidak diizinkan untuk melakukan pengukuran *bandwidth* atau *channel throughput*. Hal ini disebabkan oleh *Plant OK Mill FLSmidth* sudah *running* untuk memproduksi semen.

*Packet InterNet Gopher* (PING) atau biasa disebut *ping test* adalah sebuah program utilitas yang dapat digunakan untuk memeriksa induktivitas jaringan berbasis protokol *EtherNet TCP/IP*. Dengan menggunakan utilitas ini, dapat diuji apakah sebuah komputer atau instrumen terhubung dengan komputer lainnya. PING akan mengirimkan sebuah paket *Internet Control Message Protocol* (ICMP) *Echo Request messages* kepada alamat IP yang hendak diuji coba konektivitasnya dan menunggu respon dari komputer atau instrumen tersebut. Kegunaan dari *ping test* akan dijelaskan berikut:

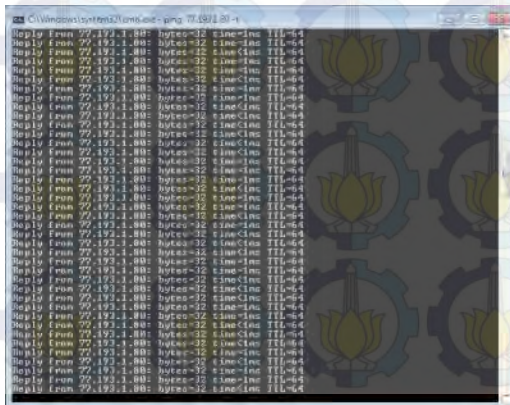
- Mengetahui status *up/down* komputer dalam jaringan



Pengguna dapat menguji apakah jaringan sebuah komputer atau instrumen *up/down* menggunakan perintah PING, jika komputer tersebut memberikan respon terhadap perintah PING yang diberikan, maka dapat dikatakan bahwa komputer atau instrumen tersebut dalam status *up* atau hidup.

- Memonitor *availability* status komputer dalam jaringan  
PING dapat digunakan sebagai utilitas *monitoring availability* komputer atau instrumen dalam jaringan yang merupakan salah satu indikator kualitas jaringan, yaitu dengan melakukan PING secara periodik pada komputer yang dituju. Semakin kecil *downtime*, semakin bagus kualitas jaringan tersebut.
- Mengetahui responsifitas komunikasi sebuah jaringan  
Besarnya nilai *delay* atau *latency* yang dihasilkan oleh PING menjadi indikasi seberapa responsif komunikasi terjadi dengan komputer yang dituju. Semakin besar nilai *delay*, maka menunjukkan semakin lamban respon yang diberikan. Sehingga nilai *delay* ini juga bisa digunakan sebagai indikator kualitas jaringan.

Dengan menghubungkan sebuah PC ke dalam jaringan *EtherNet* TCP/IP dan melakukan pergantian *domain IP address*, Penulis akan menguji salah satu alamat IP yang termasuk ke dalam jaringan *Plant OK Mill FLSmidth*. Untuk menguji komunikasi dengan membuka fungsi *command prompt*, lalu memasukkan karakter PING 77.193.10.80 untuk *testing* subsistem 540RL1. *Feedback response*-nya pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Pengujian Komunikasi dengan Ping Test Command Prompt

Respon yang didapat, yaitu *reply* yang berarti komputer atau instrumen tujuan memberikan respon terhadap pesan yang dikirim. Terdapat tiga (3) parameter umpan balik yang dihasilkan oleh respon komunikasi. Ketiga parameter tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

- *Bytes*

*Bytes* merupakan besar *packet ping* yang dikirim menuju komputer tujuan. Misalnya *bytes* = 32. Apabila pengguna tidak menentukan besar *packet ping* yang akan dikirim, maka secara komputer akan menentukan jumlahnya sebesar 32 *bytes*. Pengguna juga dapat menentukan besar paket yang akan dikirim dengan perintah *ping* (IP address) -1 (jumlah paket).

- *Time (millisecond)*

*Time* adalah durasi waktu yang dibutuhkan paket yang dikirim untuk sampai ke tujuan dan waktu yang dibutuhkan oleh penerima untuk memberikan respon bahwa paket sudah diterima. Semakin kecil waktu respon, maka semakin bagus kualitas koneksi jaringan.

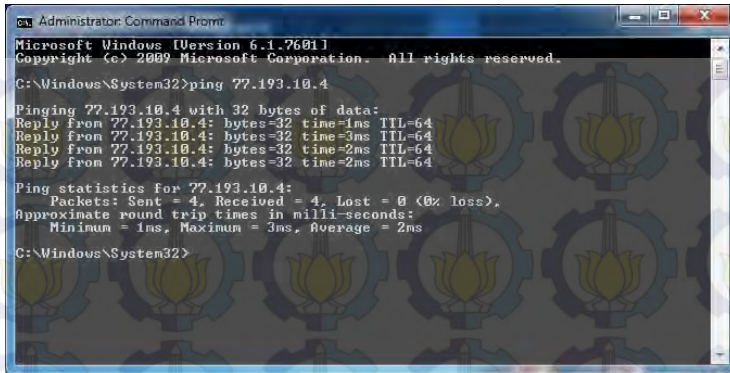
- *Time To Live (TTL)*

TTL adalah sejenis penanda waktu agar paket kiriman *ping* tidak terus menerus terkirim. TTL menandakan bahwa paket *ping* harus berakhir dalam jangka waktu tertentu. Ketika paket dikirim dari sebuah PC, TTL-nya bernilai 255 setelah melewati sebuah *router* atau *switch* nilai TTL berkurang satu dan semakin banyak *router* atau *switch* yang dilewati, maka semakin kecil nilai TTL-nya akan habis atau *expired*.

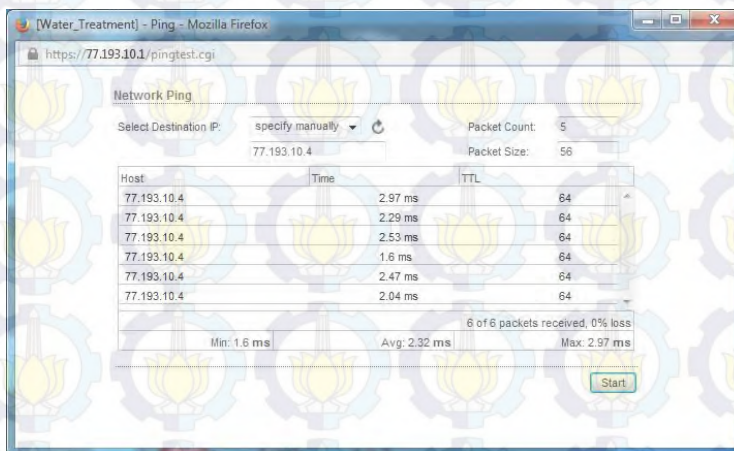
- *Statistics*

Berisi informasi terkait waktu rata-rata yang dibutuhkan serta jumlah paket yang sampai dan gagal yang dikirim (*lost*).

Dari pengujian pada Gambar 4.1, didapat sebuah kesimpulan bahwa komunikasi jaringan mempunyai kualitas yang sangat bagus karena memiliki *time* < 1ms. Waktu tersebut tergolong sangat kecil. Kemudian selanjutnya melakukan *ping test* dengan menggunakan *command prompt* pada Gambar 4.2 dan *firmware* Bullet M5HP pada Gambar 4.3 untuk pengujian komunikasi *wireless*.



**Gambar 4.2** Pengujian Komunikasi *Wireless* dengan *Ping Test Command Prompt*



**Gambar 4.3** Pengujian Komunikasi *Wireless* dengan *Ping Test Firmware Bullet M5HP*

Dari pengujian komunikasi *wireless* mendapatkan waktu rata-rata kurang dari 4 ms. *Time* yang didapatkan tersebut masih dalam kategori *standart time* sesuai dengan standar jaringan nirkabel. Standar tersebut menyatakan bahwa jika dihasilkan *feedback response* sebesar *time < 4ms*, maka jaringan tersebut tergolong memenuhi kriteria sebuah komunikasi.

Pada saat ingin melakukan pengujian *speed test* menggunakan *firmware* Bullet M5HP, muncul pesan *speed test timed-out* hingga



beberapa kali pengujian. Hal ini dikarenakan jaringan *wireless* sibuk dengan transmisi paket data.

Untuk menguji bahwa komunikasi sudah dapat saling mengirim ataupun menerima data, maka dapat digunakan fitur Windows, yaitu *remote desktop* untuk memonitor HMI FTView dari *Plant Water Treatment TB1&2*. *Remote desktop* mengizinkan pengguna untuk terkoneksi ke sebuah instrumen atau komputer jarak jauh seolah-olah mereka duduk di depan instrumen yang bersangkutan.

*Remote Desktop Protocol* (sering disingkat menjadi RDP) adalah sebuah protokol jaringan yang digunakan oleh *Microsoft Windows Terminal Services* dan *Remote Desktop*. RDP dibuat berdasarkan protokol T.120 yang spesifikasinya diumumkan oleh *International Telecommunication Union (ITU)*, yang juga merupakan protokol yang digunakan di dalam perangkat lunak konferensi jarak jauh *Microsoft NetMeeting*. Gambar 4.4 merupakan tampilan dari *remote desktop*.



**Gambar 4.4** *Remote Desktop Connection Protocol*

PC atau laptop harus sudah masuk ke dalam jaringan *wireless* Bullet M5HP pada *Plant Water Treatment TB1&2*. Kemudian mengisi kolom *Computer* dengan alamat IP jaringan *server CCR TB1&2*. Akan muncul tampilan *Windows Security*. Agar dapat memonitor *server CCR TB1&2*, pengguna harus mengetahui *password security* yang sudah ditetapkan pada *server* tersebut. Tampilan ketika *user* memasukkan *username* dan *password* untuk mengakses *server* pada Gambar 4.5.



**Gambar 4.5** *Windows Security*

Selanjutnya akan muncul tampilan sesuai yang ada pada *server* saat itu juga, pengguna dapat melakukan monitor atau kontrol seperti layaknya mengoperasikan *server* CCR TB 1&2.



**Gambar 4.6** *Display Overview Pabrik Tuban 1*

Tampilan HMI pada Gambar 4.6 adalah tampilan HMI yang beroperasi di *server* CCR TB1&2. HMI tersebut dapat diakses menggunakan *wireless* Bullet M5HP dari *Plant Water Treatment* TB1&2 sehingga komunikasi *wireless* yang dibangun dapat melakukan transmisi paket data.

Selanjutnya akan menganalisa komunikasi *wireless* dengan menggunakan *AirView Spectrum Analyzer*. Didapatkan tiga (3) bentuk grafik, yaitu *Elapsed Time (seconds) in Waterfall View*, *Power Level (dbm) in Waveform Chart*, dan *Power Level (dBm) in Real-time View*. Ketiga bentuk tersebut akan dipaparkan sebagai berikut:

1) *Elapsed Time (seconds) in Waterfall View*

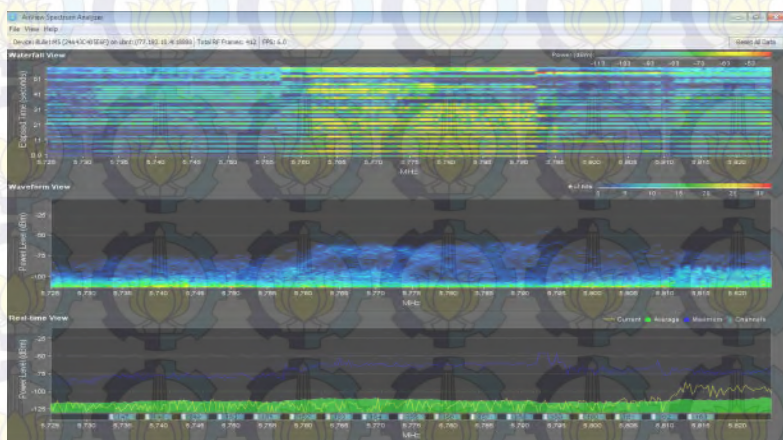
Grafik berbasis waktu ini menunjukkan seluruh energi yang dikumpulkan atau seluruh saluran yang digunakan untuk setiap frekuensi sejak awal diaktifkannya *AirView*.

2) *Power Level (dbm) in Waveform Chart*

Grafik berbasis waktu ini menunjukkan gambaran RF dari *noise* sekitar sejak awal diaktifkannya *AirView*. Warna energi menunjukkan amplitudonya. *Cooler color* mewakili tingkat energi yang lebih rendah (dengan biru mewakili tingkat terendah) di bahwa *frequency bin*, dan *warmer color* (kuning, oranye, atau merah) mewakili tingkat energi yang lebih tinggi dalam *frequency bin*.

3) *Power Level (dBm) in Real-time View*

Energi (dalam dBm) ditampilkan secara *real-time* sebagai fungsi dari frekuensi. Energi adalah rasio daya dalam desibel (dB) dari daya yang diukur direferensikan ke satu *milliwatt* (mW).



**Gambar 4.7** *AirView Spectrum Analyzer*



Pada frekuensi 5760 MHz hingga 5790 MHz mempunyai daerah warna kuning sehingga pada kisaran frekuensi tersebut memiliki daya sekitar  $-50$  dBm. Sinyal level sebesar  $-50$  dBm tersebut termasuk sinyal level yang bagus.

Spektrum *waveform* memiliki nilai 0 (berwarna biru) pada frekuensi 5760 MHz hingga 5790 MHz. Spektral tersebut menampilkan *steady-state* dari seluruh energi *radio frequency* (RF) yang diberikan oleh lingkungan sekitar. Sehingga pada frekuensi tersebut, besarnya *noise environment* sangat kecil.

Grafik ketiga merupakan *power level* yang digambarkan dalam *real-time* sebagai fungsi dari frekuensi. Pada rentang frekuensi yang sama, *power level* berwarna biru (*maximum*) mengalami kenaikan dari sekitar  $-70$  dBm hingga  $-60$  dBm. Warna biru tersebut menunjukkan bahwa tingkat daya maksimum yang melewati frekuensi tersebut.

Pada Sub Bab konfigurasi *wireless*, frekuensi yang digunakan adalah 5745 MHz. Frekuensi tersebut tidak memiliki *power level* yang tinggi sehingga untuk penelitian selanjutnya, akan dilakukan konfigurasi ulang.

## 4.2 Pengujian *Human Machine Interface*

Untuk pengujian HMI FTView, Penulis melakukan *listing tag address* PLC yang didapatkan dari HMI Pro-face (Lampiran H), kemudian dicek dengan pencocokan kondisi melalui program *ladder* RSLogix 5000 di CCR TB 1&2. Hal ini untuk menghindari kesalahan dalam memberikan *tag address* pada HMI yang telah dibuat.

Pengecekan akan dilakukan ketika kedua kondisi *tag address* yang ada pada HMI FTView dengan program *ladder* RSLogix mempunyai nilai yang sama (OK). Jika ada *tag address* bernilai tidak sama, maka terjadi kesalahan dalam memberikan *tag address* pada HMI FTView. Daftar *tag address* tersebut terdapat pada Lampiran I – *Matching Tag Address*.

Status pengecekan mengindikasikan pada Lampiran I bahwa semua *tag address* memiliki nilai yang sudah sama. Pengujian HMI yang telah dibangun sudah berhasil dengan pengecekan tersebut. Namun, pada penelitian selanjutnya HMI akan dikembangkan dengan memberikan *command* ke setiap instrumen *plant* OK Mill FLSmidth pada HMI tersebut.

### 4.3 Kuesioner Kepuasan Rancang Bangun

Untuk memperkuat pengujian akan keberhasilan dari rancang bangun yang telah diimplementasikan, maka Penulis membuat sebuah kuesioner yang berisi mengenai konten-konten sistem komunikasi dan sistem informasi HMI. Kuesioner diisi oleh beberapa karyawan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk yang ada kaitannya dengan penelitian ini. Kuesioner ini diisi secara *online* melalui *google form*. Isi dari kuesioner dapat dilihat pada Lampiran J – Kuesioner Penelitian Tugas Akhir. Kuesioner dibagi menjadi tiga (3) konten pertanyaan, yaitu:

- 1) Konten Sistem Komunikasi Fiber Optik dan *Wireless Fidelity*  
Pada konten ini berisi pertanyaan mengenai kecepatan komunikasi yang dibangun, apakah komunikasi handal atau tidak, dan rancang bangun sudah tertata rapi atau belum. Pertanyaan ini diambil karena sebagai tolok ukur apakah sistem komunikasi yang dibangun sudah sesuai atau belum.
- 2) Konten Sistem Informasi dan *Human Machine Interface OK Mill*  
Konten mengenai informasi dan data yang disediakan oleh HMI yang sudah dibangun. Dalam konten ini dibagi menjadi 4 pertanyaan, yaitu tentang kelengkapan informasi dan relevansi informasi yang disediakan. Hal ini merupakan konten yang sangat penting karena untuk mengetahui apakah informasi yang dibangun sudah cocok dengan kondisi sebenarnya.
- 3) Konten Kemudahan Penggunaan  
Konten ini dibuat untuk mengetahui apakah pihak operator ataupun karyawan mudah atau nyaman dalam menggunakan hasil dari rancang bangun yang sudah diterapkan.

Berikut adalah hasil dari pengisian Kuesioner yang telah dibuat.

Tabel 4.1 Hasil Pengisian Kuesioner Responden PT Semen Indonesia (Persero) Tbk

Nama	Usia (tahun)	Pekerjaan sebagai	Masa Kerja (tahun)	Sistem Komunikasi Fiber Optik dan Wireless Fidelity			Sistem Informasi dan Human Machine Interface OK Mill					Kemudahan Penggunaan			
				1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Moch. Munif, S.T.	38	Planner DCS Tuban 1&2	20	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3
Setyo Andi Kurniawan, S.T.	32	Preventif DCS Tuban 1&2	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Slamet Widodo	35	Preventif Laboratorium Tuban 1&2	5	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3
Supriyadi	32	Pelaksana Preventif DCS Tuban 1&2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Budi Susilo Utomo	38	Supervision Preventif Instrument Tuban 2	19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Moch. Hasan	47	Supervision Maintenance Tuban 1&2	25	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Wahyu Hidayat	41	Supervision Troubleshooting	20	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Suparman	39	Supervisor Trouble Shooting 2	18	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
Achmad. Gofar	45	Supervisor Trouble Shooting 3	23	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Hendri Ardiyanto	27	Kru Preventive Maintenance	6	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4



## BAB 5

### PENUTUP

Hasil perancangan dan penelitian Tugas Akhir dirangkum dan dirumuskan kesimpulan. Kesimpulan ini memaparkan hasil rancang bangun komunikasi fiber optik dan *wireless* dan HMI dari *Plant OK Mill FLSmidth*.

Selama proses perancangan dan penelitian tentunya terdapat beberapa hambatan dan kendala yang harus diatasi. Pengalaman yang Penulis dapatkan selama proses rancang bangun ini dirangkum dan dirumuskan dalam bentuk saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa jaringan komunikasi fiber optik dan *wireless* dan HMI OK Mill FLSmidth dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Rancang bangun komunikasi berhasil menghubungkan *Plant OK Mill FLSmidth* dengan CCR TB1&2 melalui komunikasi fiber optik dan *wireless* Bullet M5HP.
- 2) Rancang bangun komunikasi juga berhasil menghubungkan *Plant Water Treatment* TB1&2 dan kantor PISK TB1&2 dengan CCR TB1&2 melalui *wireless* Bullet M5HP.
- 3) *Average Latency* atau *delay time* pada komunikasi fiber optik sebesar 1 ms, sedangkan pada komunikasi *wireless* sebesar kurang dari 4 ms. Hal ini membuktikan bahwa komunikasi fiber optik memiliki kecepatan dan stabilitas lebih tinggi daripada komunikasi *wireless*.
- 4) *Power Level* pada frekuensi yang digunakan *wireless* Bullet M5HP adalah 5745 MHz termasuk rendah, yakni hanya -80 dBm, sehingga diperlukan konfigurasi ulang pada rentang frekuensi 5760 MHz hingga 5790 MHz untuk mengoptimalkan komunikasi *wireless*.
- 5) HMI *Plant OK Mill FLSmidth* berhasil dibangun dengan pengecekan validitas *tag address* PLC. HMI tersebut hanya untuk *monitoring* keadaan *plant* dan hanya dapat memberikan *command* (aksi kontrol) berupa *Reset Default Factory* pada ketiga subsistem (*Roller Lubrications*, *Gear Lubrications*, dan *Hydraulics System*).

- 6) Tolok ukur keberhasilan rancang bangun penelitian ini diperkuat dengan hasil pengisian kuesioner kepuasan oleh responden karyawan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Hasil dari pengisian tersebut dapat disimpulkan bahwa rancang bangun sudah sesuai yang diharapkan dengan hasil nilai 4 (sangat setuju) sebanyak 103, nilai 3 (setuju) 17, dan tidak ada nilai 2 (tidak setuju) atau nilai 1 (sangat tidak setuju).

## 5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan Penulis untuk penelitian ke depan mengenai rancang bangun komunikasi fiber optik dan *wireless* Bullet M5HP dan HMI *Plant OK Mill* FLSmidth adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam melakukan terminasi fiber optik harus lebih berhati-hati karena komponen fiber rentan akan patah.
- 2) Agar dapat melakukan *speed test* Bullet M5HP, instrumen tersebut terlebih dahulu tidak dihubungkan ke *switch* yang padat akan transmisi paket data karena mengakibatkan gagalnya *speed testing* (*timed-out*).
- 3) Sebaiknya menggunakan kisaran frekuensi antara 5760 MHz hingga 5790 MHz untuk mengoptimalkan kinerja komunikasi *wireless*.
- 4) Pemasangan antenna *directional* harus tepat mengarah ke antenna *omnidirectional* dan tidak boleh adanya hambatan di sekitar yang dapat mengganggu sinyal *Radio Frequency* (RF).
- 5) Pengembangan HMI FTView *Plant OK Mill* FLSmidth supaya dapat memberikan *command* ke setiap instrumen di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

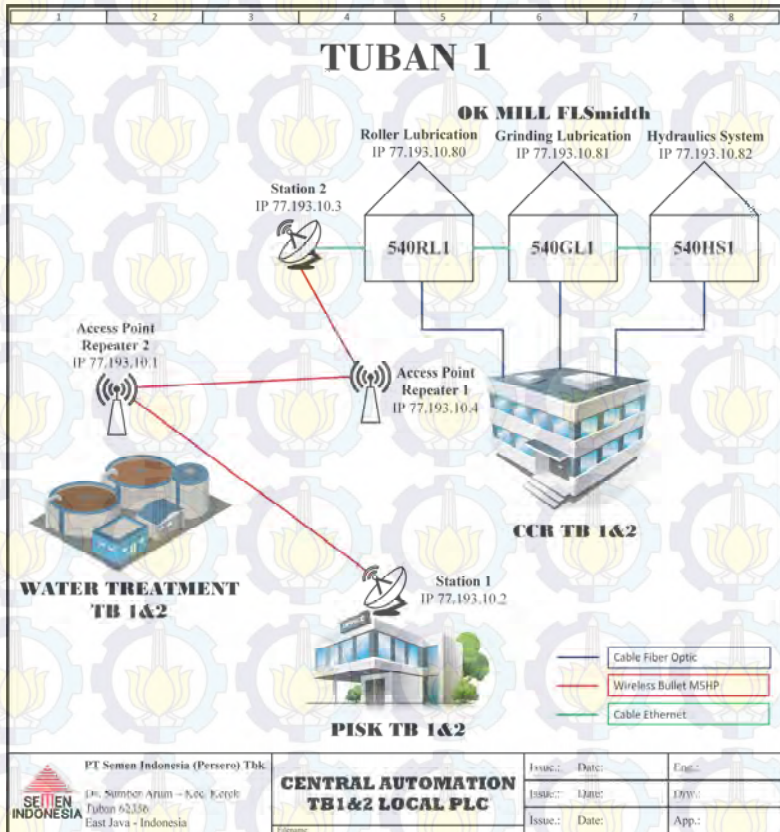
- [1] Hayati Amalia, “Desain Sistem Pengaturan Proses dengan Media Komunikasi Modbus Berbasis Distributed Control System (DCS) Centum CS 3000”, *Tugas Akhir*, Teknik Elektro FTI-ITS, 2012.
- [2] Stalling W., “*Data and Computer Communication 8<sup>th</sup> Edition*”, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2007.
- [3] Crisp J., Elliott B., “*Introduction to Fiber Optics 3<sup>rd</sup> Edition*”, The Boulevard, Langvord Lane Kidlington, England: Elsevier Ltd., 2005.
- [4] Senior J. M., “*Optical Fiber Communications Principles and Practices 3<sup>rd</sup> Edition*”, England: FT Prentice Hall Europe, 2009.
- [5] Onno W. Purbo, Protus Tanuhandaru, dkk, “*Jaringan Wireless di Dunia Berkembang*”, Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2007.
- [6] Sayre C. W., “*Complete Wireless Design Second Edition*”, New York: Mc Graw Hill Edition, 2008.
- [7] Johnson C. D., “*Process Control Instrumentation Technology 7<sup>th</sup> Edition*”, Colombus, Ohio: Prentice Hall, 2003.
- [8] ..... “*Sub Control System 531.LQ120 OK Mill*”, PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.
- [9] ..... “*FactoryTalk View Site Edition User's Guide*”, <http://www.rockwellautomation.com/>, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.
- [10] ..... “*GP-ProEX HMI Software | Preface*”, <http://www.profaceamerica.com/>, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.
- [11] ..... “*Description and Operating Instructions Rail Switch 2*”, <http://www.hirschmann.com/>, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.
- [12] ..... “*L-com Global Connectivity Hyperlink Wireless Antenna*”, <http://www.l-com.com/>, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.
- [13] ..... “*Ubiquiti Network Bullet M5HP Quick Start Guide*”, <https://www.ubnt.com/>, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.
- [14] ..... “*A Guide to Crimping RJ-45 Connectors*”, <https://mcb.berkeley.edu/>, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.
- [15] Stenerson J., “*Programming PLCs Using Rockwell Automation Controllers*”, New Jersey: Pearson Education, Inc Prentice Hall, 2004.



- [16] Tito Luthfan Ramadhan, “Perancangan Retrofit Plant dan Desain Kontroler Neuro-PID untuk Sistem Pengaturan Kaskade Level Air dari Plant Model Tipe "S-4" Yokogawa”, *Tugas Akhir*, Teknik Elektro FTI-ITS, 2015.
- [17] ..... “*Bailey Infi 90 Configuration*”, PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, diakses pada tanggal 9 Januari 2016.

## LAMPIRAN A

### Flow Chart Design Project







## LAMPIRAN B

### B.1 Kabel Fiber Optik Nexans HD LSZH

Jenis kabel fiber optik adalah kabel fiber optik *indoor* yang tersedia *buffer* yang kuat dan terdapat serat *Maxi Strip* sebagai *secondary coating* (lapisan sekunder) yang hanya 1 mm. Kabel fiber optik merek Nexans HD LSZH\_I-VHH 4xMM 62,5 dapat berisi hingga 12 kabel dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Kabel Fiber Optik Nexans HD LSZH\_I-VHH

Karakteristik yang dimiliki kabel fiber optik ini:

- 1) Karakteristik Konstruksi
  - Tipe *Armour* : Benang Aramid
  - Lapisan Luar : LSZH-FR
  - Tipe Fiber Optik : MultiMode 62,5/125
  - Tipe Kabel : Penyangga Rapat
  - Bebas Halogen : Ya
- 2) Karakteristik Dimensi
  - Jumlah Fiber Optik : 4
  - Nominal Diameter Luar : 7,1 mm
  - Perkiraan Berat : 51 kg/km
- 3) Karakteristik Transmisi
  - Kinerja Optik : GIGAlite
- 4) Karakteristik Mekanik
  - Beban Maksimum Daya Tarik yang Diterima : 100 daN
  - Beban Maksimum Tarikan selama Perbaikan : 60,0 daN
  - Ketahanan Tekanan : 300 N/cm
- 5) Karakteristik Penggunaan
  - Tipe Instalasi : *Indoor*
  - Ketahanan Api : IEC 60332-3 Cat. C
  - Kisaran Suhu Lingkungan : 0-40 °C

- Instalasi
- Kisaran Suhu Operasional : 0-60 °C
- Perlindungan Hewan Pengerat : Tidak
- Kisaran Suhu Penyimpanan : (-10)-60 °C
- Radius Peletakan Operasional Bengkokan : 150 mm

Konstruksi dari kabel fiber optik merek ini adalah:

- Kekuatan pusat kabel
- Dilapisi serat optik 900  $\mu\text{m}$
- Benang aramid memperkuat elemen
- Bahan selubung dalam LSHF-FR
- Pengikat elemen dan isolasi
- Tali pembuka parasut (*ripcord*)
- Bahan selubung luar LSHF-FR

## B.2 PLC CompactLogix 1769-L32E

PLC pada dasarnya adalah sebuah komputer khusus dirancang untuk mengontrol suatu proses atau mesin. Proses yang dikontrol ini dapat berupa regulasi variabel secara kontinyu seperti sistem servo, atau hanya melibatkan kontrol dua keadaan (digital ON/OFF) saja, tetapi dilakukan secara berulang-ulang seperti pada sistem konveyor, sistem pengeboran dan lain sebagainya. Untuk spesifikasi CompactLogix 1769-L32E pada Tabel 1 dan untuk fiturnya pada Tabel 2.

**Tabel 1** Spesifikasi CompactLogix 1769-L32E

Atribut	CompactLogix 1769-L32E
Suhu Operasional	0-60 °C
Suhu Penyimpanan	(-40)-85 °C
Suhu Udara Sekitar	60 °C
Kelembaban Relatif	5-95% non kondensasi
Getaran	2 g @10-500 Hz
Goncangan, saat beroperasi	30 g
Goncangan, saat tidak beroperasi	50 g
Kekebalan <i>Electro Static Discharge</i> (ESD)	4 kV kontak <i>discharges</i> 8 kV udara <i>discharges</i>

Kekebalan Radiasi <i>Radio Frequency</i> (RF)	10V/m dengan 1 kHz <i>sine-wave</i> 80%AM dari 80-2000 MHz
---	---

**Tabel 2** Fitur CompactLogix 1769-L32E

Fitur	CompactLogix 1769-L32E
Memori <i>User</i> yang tersedia	750 KB
<i>CompactFlash Card</i>	1784-CF128
<i>Port</i> Komunikasi	1 <i>EtherNet/IP port</i> 1 RS-232 <i>serial port</i> (DF1 atau ASCII)
Kapasitas Ekspansi Modul	16 1769 modul

### B.3 Allen-Bradley 1783-ETAP2F Switch

Spesifikasi teknis yang dimiliki oleh Allen-Bradley 1783-ETAP2F Switch pada Tabel 3.

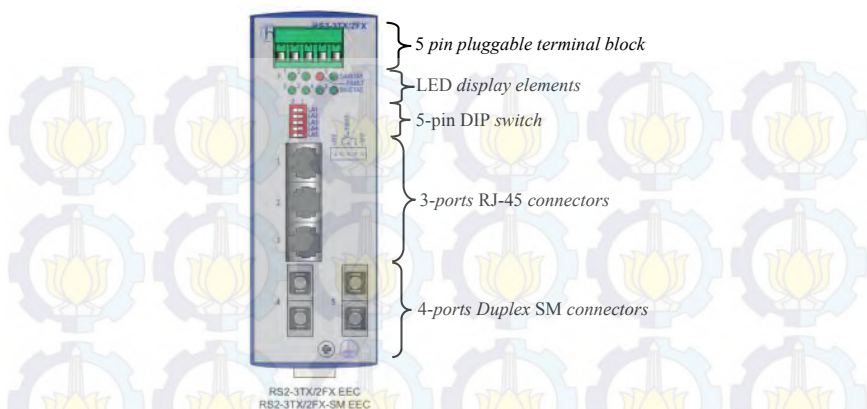
**Tabel 3** Spesifikasi Teknis Allen-Bradley 1783-ETAP2F Switch

Atribut	1783-ETAP2F
Deskripsi	<i>EtherNet/IP tap</i> ✓ 1 tembaga <i>port</i> ✓ 2 fiber <i>port</i>
Tipe <i>Tap</i>	Fiber, <i>dual-port</i>
Maksimum Konsumsi Arus	260 mA @24V DC
<i>Rating</i> Tegangan DC <i>Power Supply</i>	24V DC (20,4V-27,6V DC)
Tegangan Isolasi	30V (kontinyu)
Maksimum Konsumsi Daya	6,24W
Daya Disipasi	6,24W
Koneksi <i>EtherNet</i>	Konektor RJ-45
Koneksi Fiber	<i>Glass</i> , 62,5/125µm dan 50/125µm <i>multimode fiber</i>
Kategori <i>Wiring</i>	1 – <i>power ports</i> 2 – <i>communication ports</i>
Maksimum Panjang Saluran	2 km

### B.4 Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC Rail Switch

Gambar 2 adalah fitur yang dimiliki oleh Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC Rail Switch.





**Gambar 2** Hirschmann RS2-3TX/2FX EEC Rail Switch

### B.5 Hirschmann SPIDER II 8TX

Tabel 4 adalah spesifikasi dari instrumen ini.

**Tabel 4** Spesifikasi Hirschmann SPIDER II 8TX

Atribut	1783-ETAP2F
Tipe Aksesoris	<i>EtherNet Switch</i>
Jumlah Port	8
Tipe Port	(8) x RJ-45
Seri	SPIDER
Fitur Spesial	LED Diagnosa ( <i>Power, Link Status, Data, Data Rate</i> )
Tegangan Suplai	24 VDC
Tipe	<i>Unmanaged Switch</i>

### B.6 Hirschmann Mach102-8TP

Hirschmann Mach02-8TP ini merupakan modular *EtherNet Switch* yang memiliki 8 x 10/100Base-TX Ports Fixed, 2 FE/GE Combo Ports, 2 Open 8-Port Media Module Slots. Jumlah port dapat ditambah hingga mencapai 36 *EtherNet port*. Gambar 3 merupakan Hirschmann Mach02-8TP dengan 36 *EtherNet port*.



**Gambar 3** Hirschmann Mach102-8TP

### **B.7 3M Hot Melt *Kit Fiber Termination* 230V**

Terminasi Hot Melt *Kit* 6362-230V berisi semua bahan yang dibutuhkan untuk memasang konektor FC, SC dan ST Hot Melt. *Kit* ini memiliki pemanas dengan tegangan 230V. 6650-LC diperlukan bila menggunakan konektor LC Hot Melt.

3M Hot Melt Terminasi Kit 6366 (120V oven) dan 6362 (230V oven) memiliki semua alat dan bahan yang diperlukan untuk terminasi konektor 3M Hot Melt SC, ST, dan FC, baik *singlemode* dan *multimode*. Spesifikasi ringkas pada Tabel 5, sedangkan untuk ilustrasi 3M Hot Melt Terminasi Kit 6366 pada Gambar 4.

**Tabel 5** Spesifikasi 3M Hot Melt Kit Fiber Termination 230V

Atribut	Spesifikasi
Cocok dengan	FC Hot Melt <i>Singlemode</i> , FC Hot Melt <i>Multimode</i> , SC Hot Melt <i>Multimode</i> , 6650-LC, ST Hot Melt <i>Multimode</i> , ST Hot Melt <i>Singlemode</i> , SC Hot Melt <i>Singlemode</i>
Jenis Konektor	Hot Melt
Keluarga	Hot Melt
Tipe Produk	Tool Kit
Merek	3M



**Gambar 4** 3M Hot Melt Kit Fiber Termination 230V



--- Halaman ini sengaja dikosongkan ---



## LAMPIRAN C

### C.1 Ubiquiti Network Bullet M5HP

Spesifikasi dari perangkat tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk ilustrasi gambar dari perangkat *transceiver* pada Gambar 1.

**Tabel 1** Spesifikasi Ubiquiti Network Bullet M5HP

Sistem Informasi	
Prosesor	Atheros MIPS 24KC, 400MHz
Informasi Memory	32 MB SDRAM, 8MB Flash
Antarmuka Jaringan	1 × 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) <i>EtherNet</i>
Fisik/Elektrik/Lingkungan	
RF Konektor	Integrasi N-type <i>Male Jack</i> (terpasang langsung ke antena)
Ukuran	15,2×3,7×3,1 cm (panjang, lebar, tinggi)
Berat	0.18 kg
Karakteristik	<i>Outdoor</i> UV terlindungi Plastik
<i>Rating</i> Daya	Hingga 24V
Metode Pemberian Daya	Daya Pasif melalui <i>EtherNet</i>
Suhu Operasional	(-40)-80 °C
Kelembaban Operasional	5-95% kondensasi
Maksimum Konsumsi Daya	6 Watts
Frekuensi Operasional	
Frekuensi	5170-5825 MHz
<i>Output Power</i>	25 dBm



**Gambar 1** Ubiquiti Network Bullet M5HP

## C.2 Hyperlink *Wireless Omnidirectional Antenna* HG5812U-PRO

Hyperlink HG5812U-PRO adalah desain *Wireless* antenna *omnidirectional* yang memiliki *gain* yang tinggi dan dioptimisasi untuk 5.8 Hz ISM dan UNII *band*. Antena ini didesain untuk aplikasi jaringan *point-to-multipoint* di mana jarak dan lebar dapat tercakup sesuai dengan kebutuhan. Konstruksi HG5812U-PRO terlindungi oleh *fiberglass* yang tahan terhadap lingkungan yang ekstrim dan juga memiliki estetika. Untuk spesifikasi dari perangkat ini pada Tabel 2. Sedangkan ilustrasi gambar antenna *omnidirectional* pada Gambar 2.

**Tabel 2** Spesifikasi *Omnidirectional Antenna* HG5812U-PRO

Spesifikasi Elektrik	
Frekuensi	5725-5850 MHz
<i>Gain</i>	12 dBi
Polarisasi	Vertikal
<i>Downtilt</i>	0°
Lebar Pancaran Vertikal	6°
Lebar Pancaran Horizontal	360°
Impedansi	50 Ohm
Maksimum <i>Input Daya</i>	150 Watts
<i>Voltage Standing Wave Ratio</i> (VSWR)	<1,5:1 avg.
Proteksi Petir	DC <i>short</i>
Spesifikasi Mekanik	
Berat	0,7 kg
Panjang	0,7 m
Diameter Dasar	57,9 mm
Diameter <i>Radome</i>	51,8 mm
Material <i>Radome</i>	<i>Fiberglass</i>
Pemasangan	35 mm hingga 50 mm
Kecepatan Angin Rata-rata	220 km/s
Suhu Operasional	(-40)-85 °C
Konektor	Integrasi N-Female
RoHS	Ya



**Gambar 2** Hyperlink *Wireless Omnidirectional Antenna* HG5812U-PRO

### C.3 Hyperlink *Wireless Directional Antenna* HG5827EG

Hyperlink HG5827EG merupakan antena *directional* dimana memiliki *beamwidth* jauh lebih sempit daripada antena lainnya, namun memiliki *gain* yang paling tinggi. Oleh karena itu digunakan untuk hubungan jarak jauh. Antena ini aplikasi dari 5,8GHz 802.11a/n dan dapat digunakan untuk jaringan *point-to-point*, *point-to-multipoint*, maupun *Wireless bridges*. Pemasangan dapat dilakukan secara vertikal maupun horisontal. Spesifikasi elektrik maupun mekanik pada Tabel 3. Sedangkan ilustrasi gambar antena *omnidirectional* pada Gambar 3.

**Tabel 3** Spesifikasi *Directional Antenna* HG5827EG

Spesifikasi Elektrik	
Frekuensi	5725-5850 MHz
Gain	27 dBi
Polarisasi	Vertikal atau Horisontal
Lebar Pancaran Vertikal	6°
Lebar Pancaran Horisontal	9°
Impedansi	50 Ohm
F/B Rasio	25 dB
Maksimum Input Daya	100 Watts
Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)	<1,5
Proteksi Petir	DC short



**Tabel 3** Spesifikasi *Directional Antenna* HG5827EG

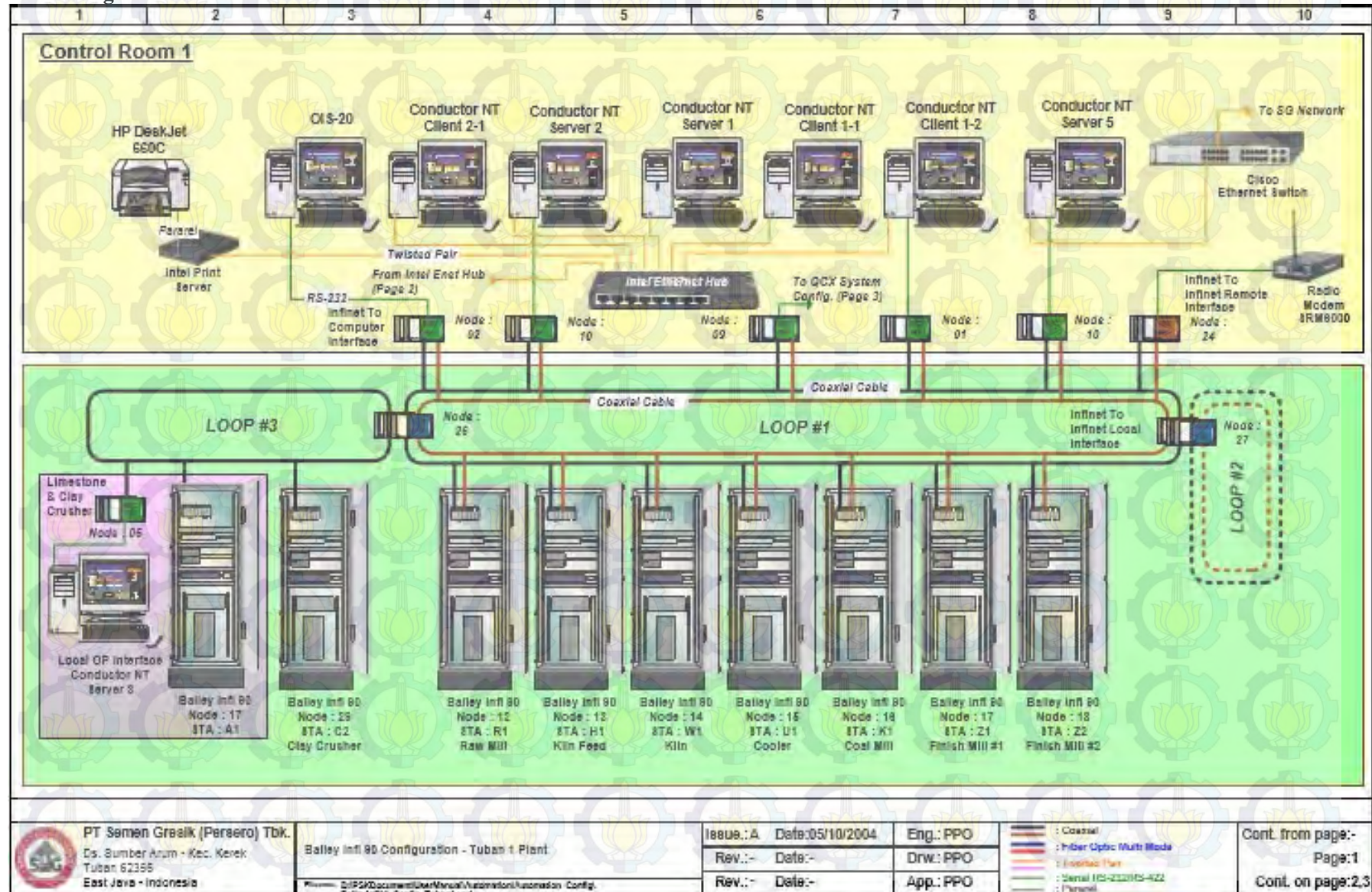
Spesifikasi Mekanik	
Berat	1,52 kg
Dimensi <i>Grid</i>	400 mm × 600 mm
Pemasangan	40 mm hingga 50 mm
Konektor	Integrasi N-Female



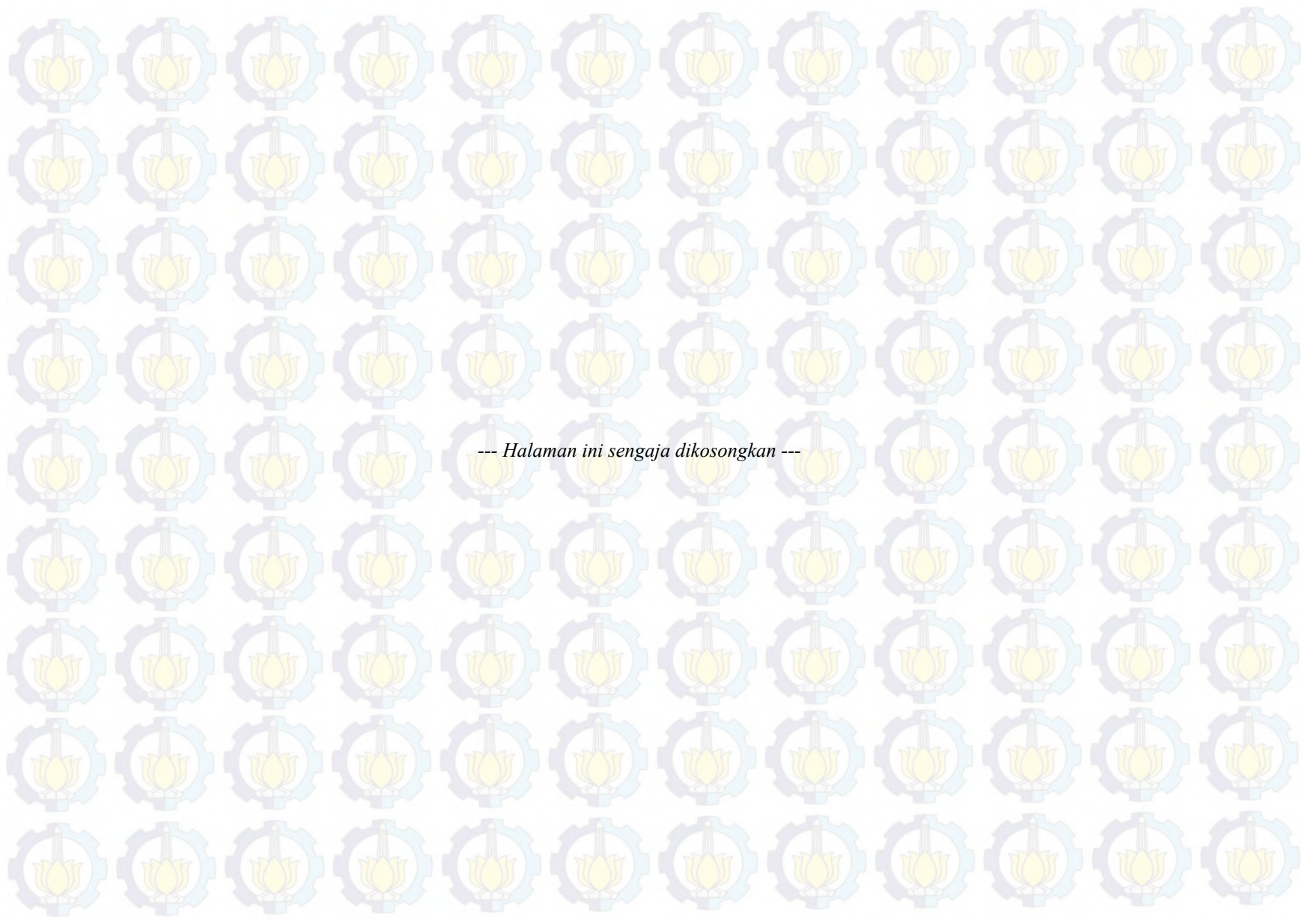
**Gambar 3** Hyperlink *Wireless Directional Antenna* HG5827EG

## LAMPIRAN D

### D.1 Jaringan Komunikasi *Control Room 1* Pabrik Tuban 1

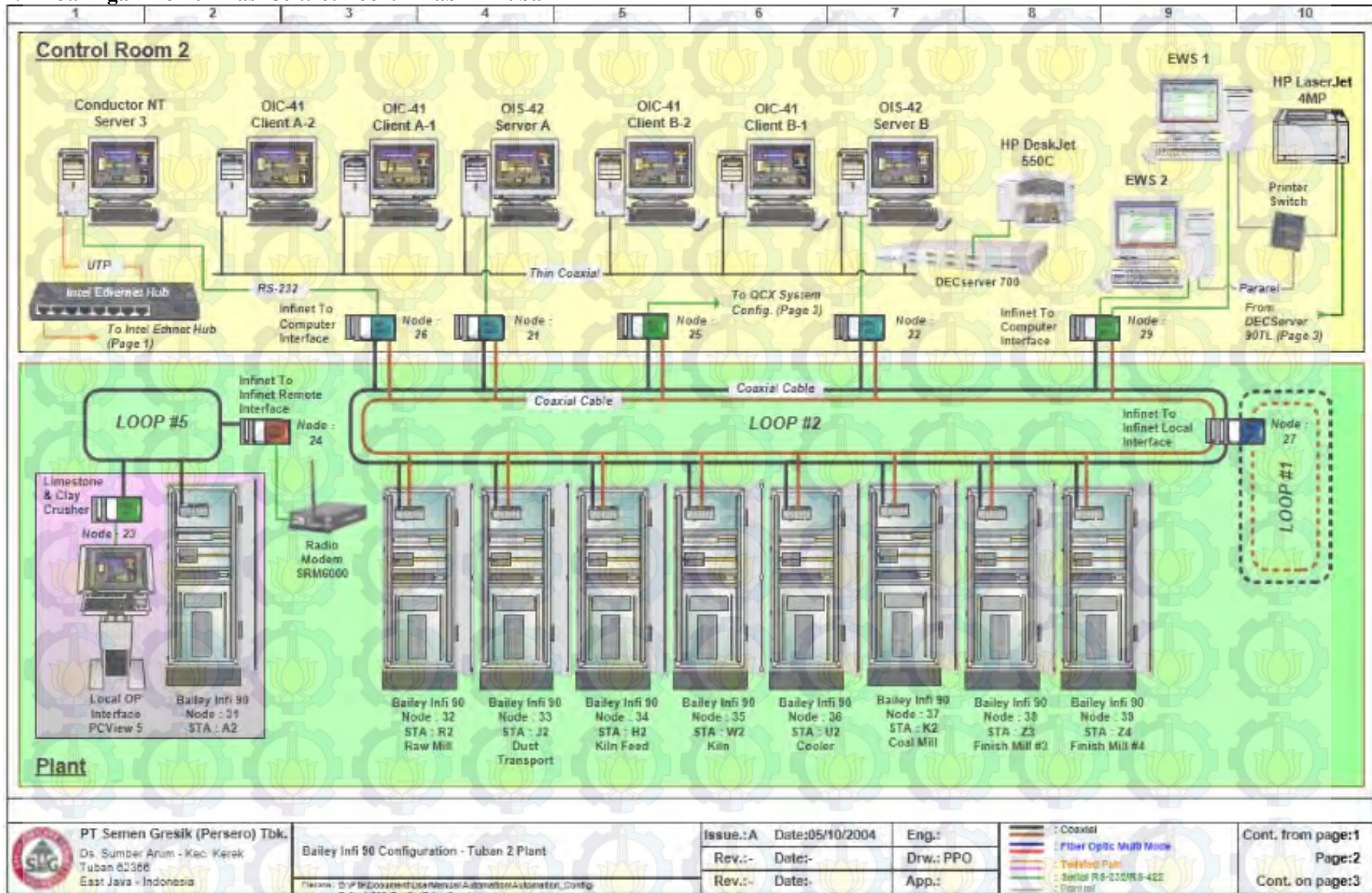




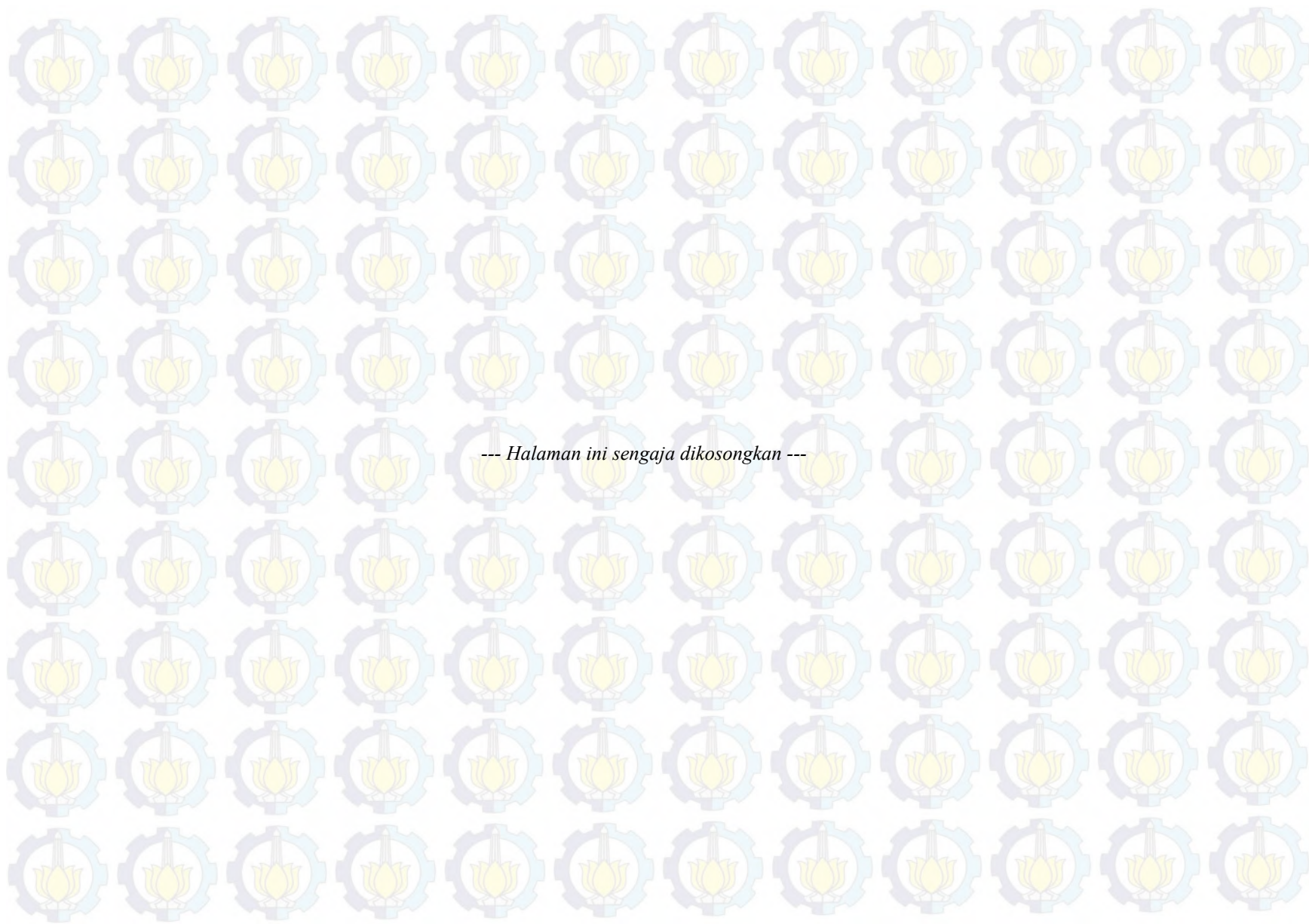




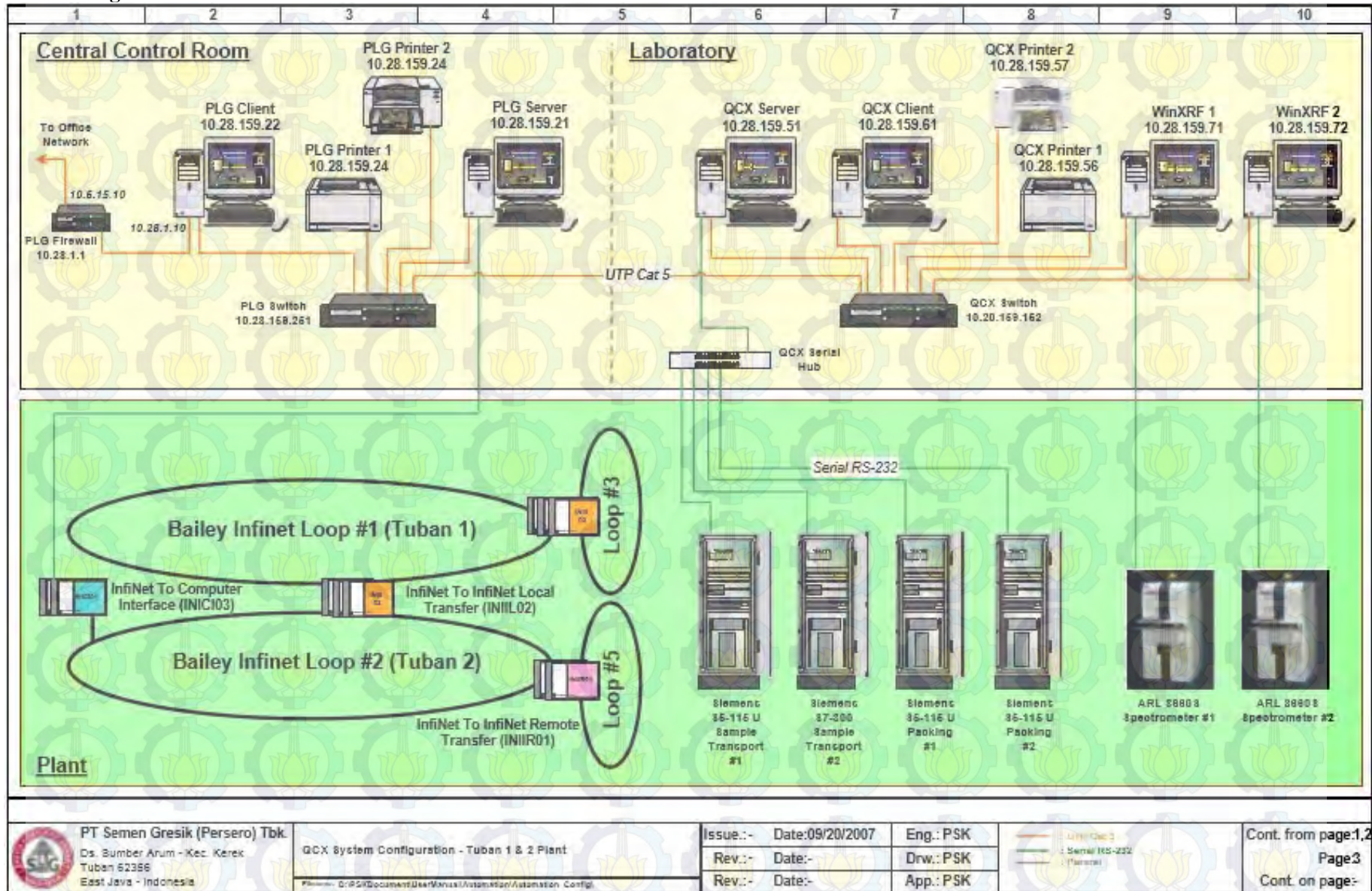
## D.2 Jaringan Komunikasi *Control Room 2* Pabrik Tuban 2



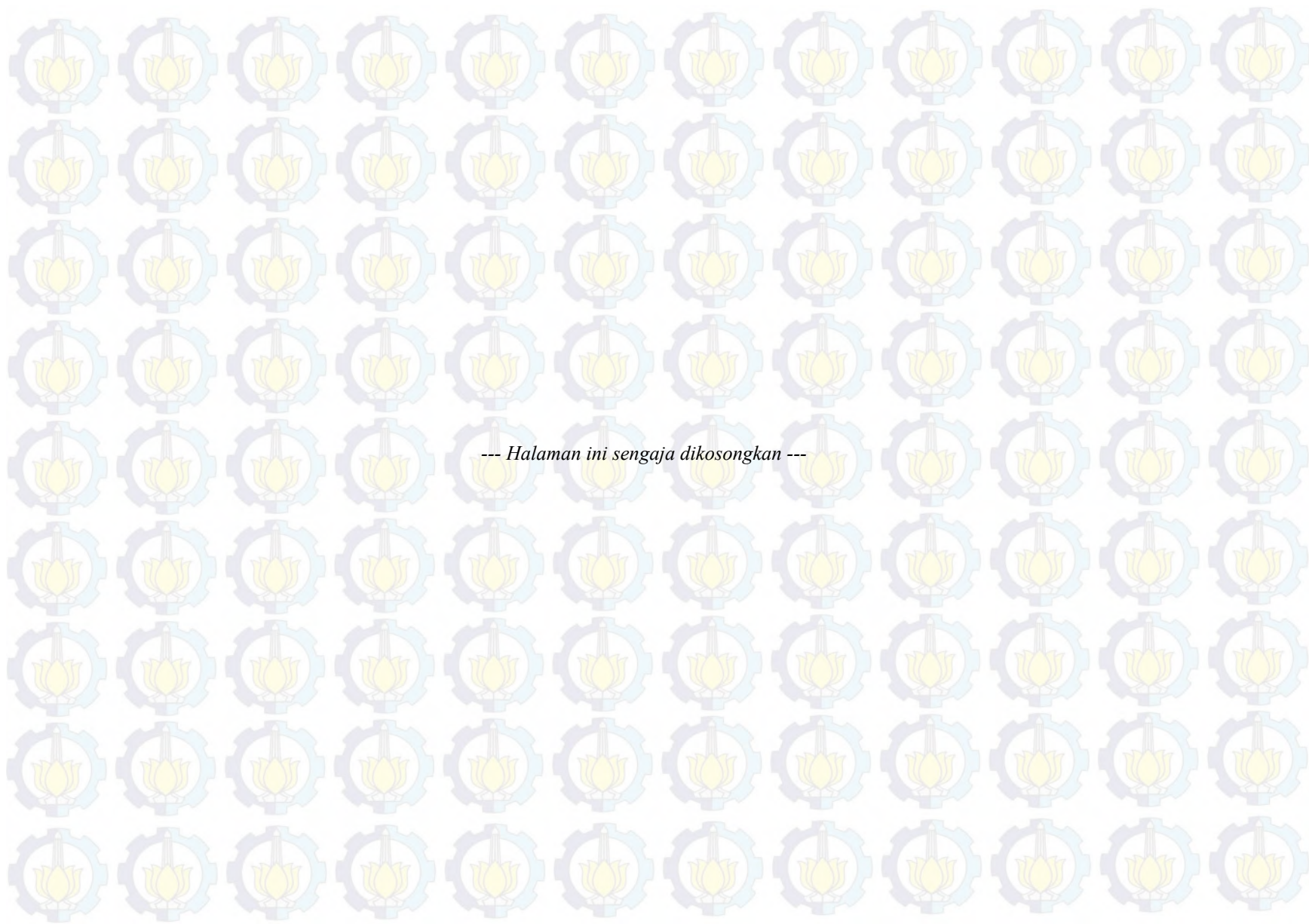




### D.3 Jaringan Komunikasi *Central Control Room* Pabrik Tuban 1&2

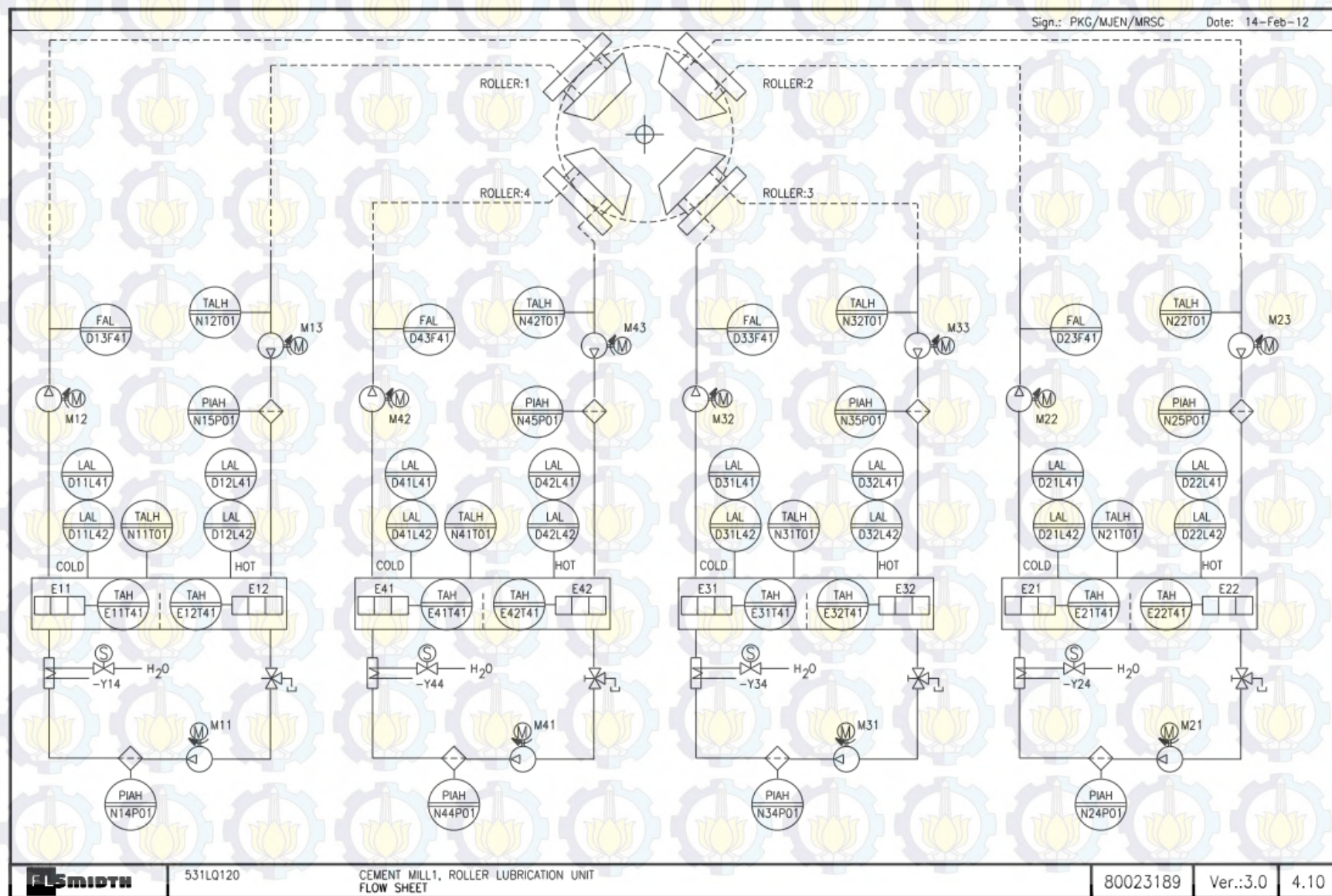




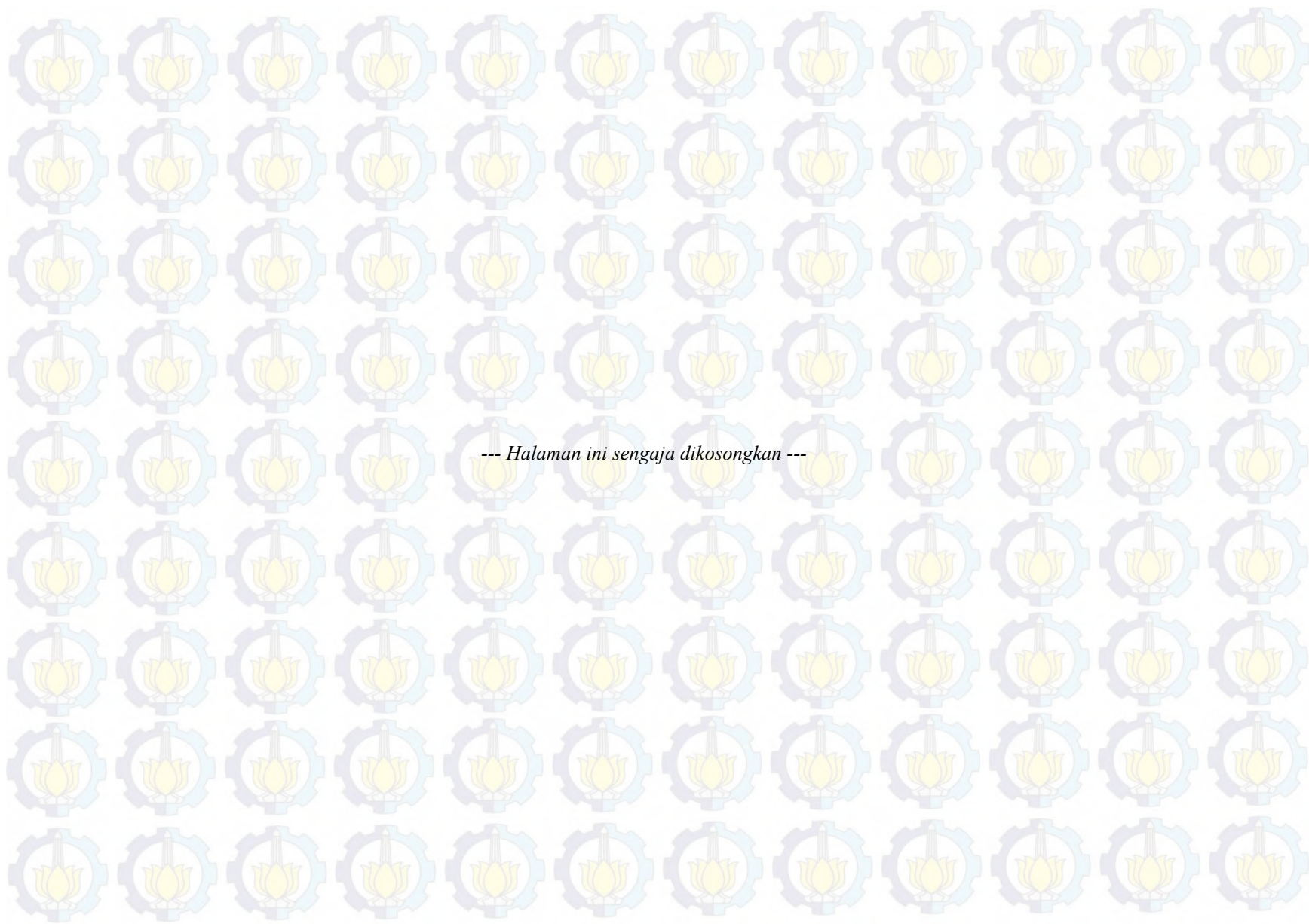


## LAMPIRAN E

### E.1 Flow Sheet Rollers Lubrication OK Mill FLSmidth



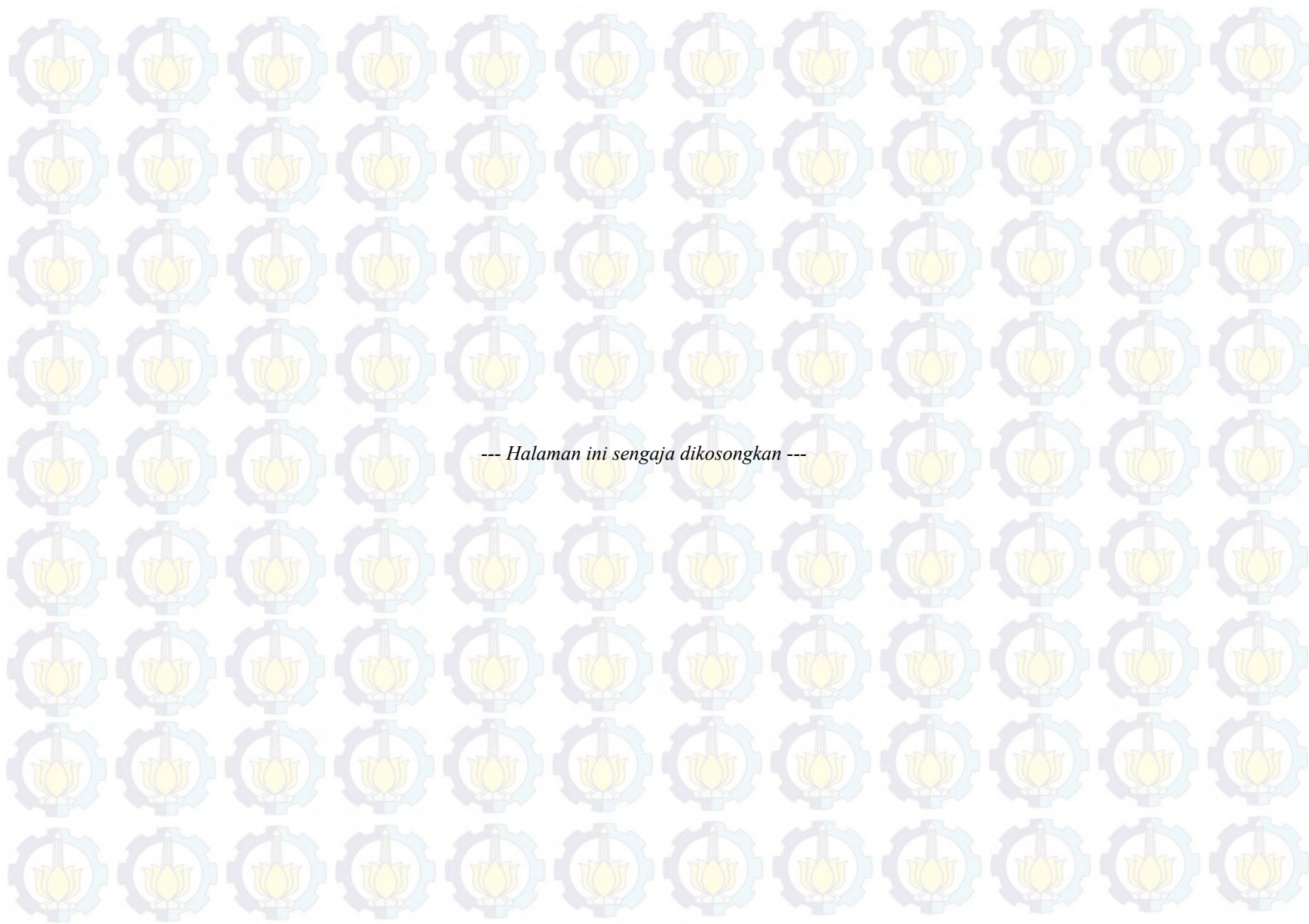




--- Halaman ini sengaja dikosongkan ---

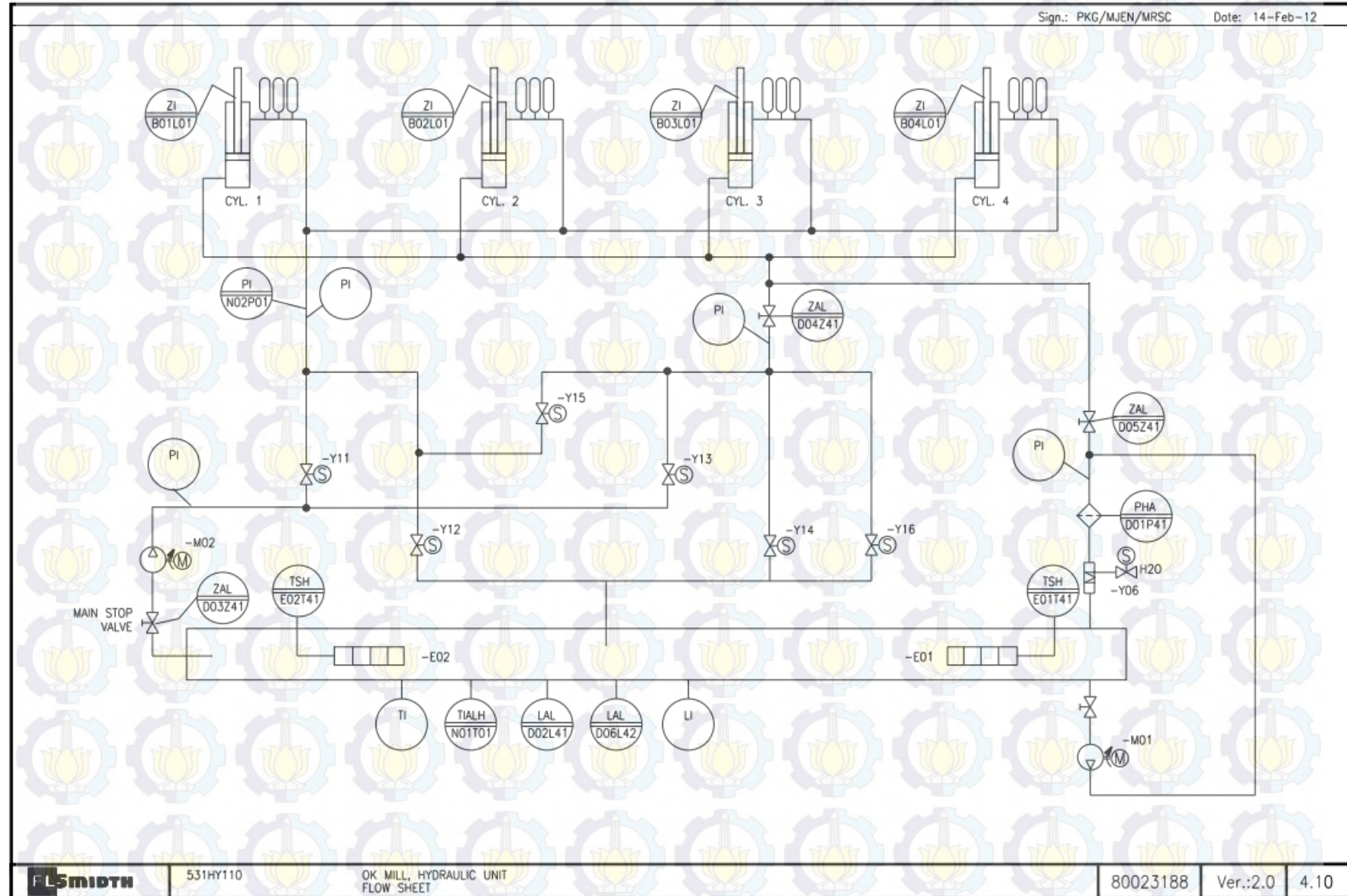




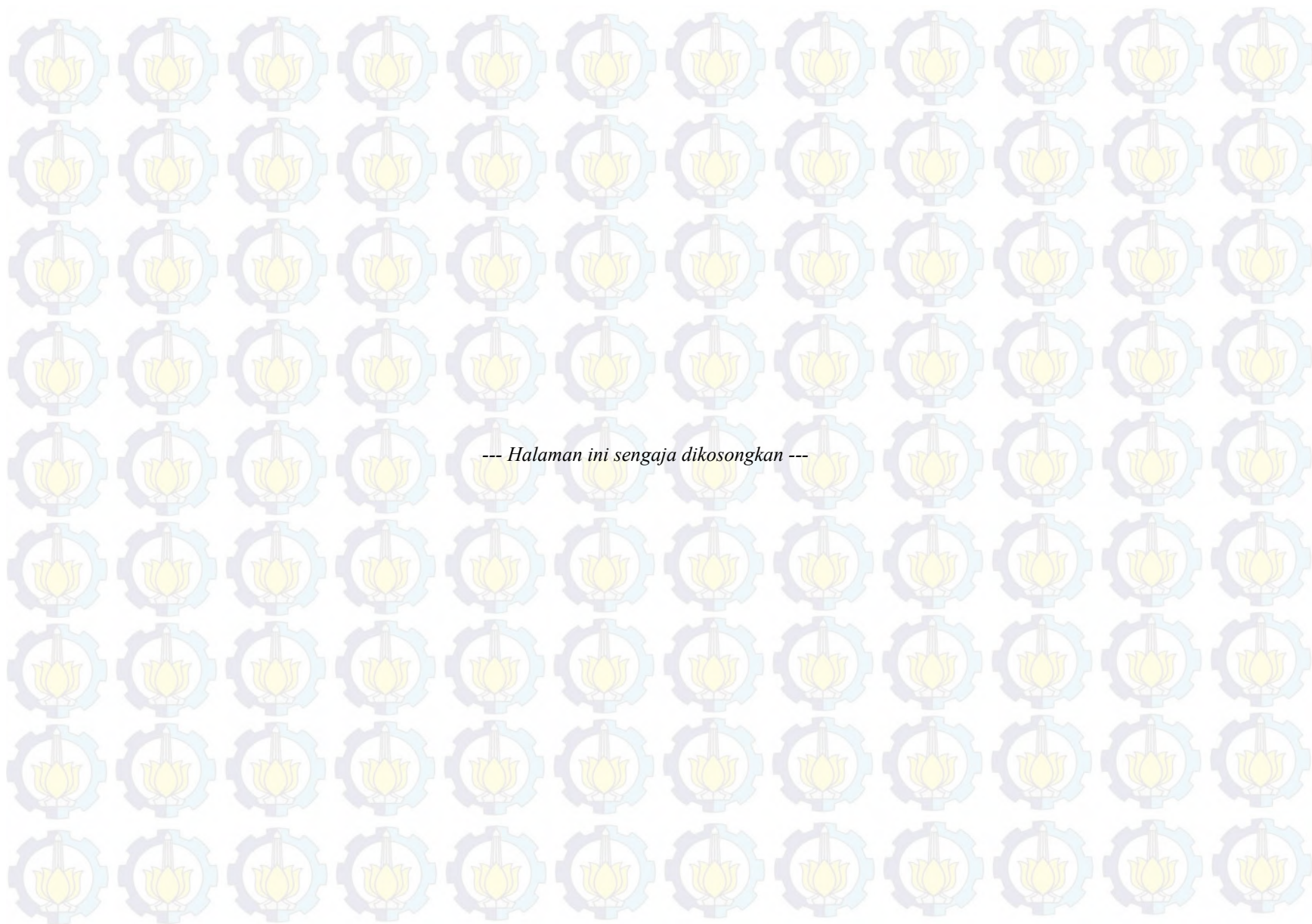




### E.3 Flow Sheet Hydraulics System OK Mill FLSmidth



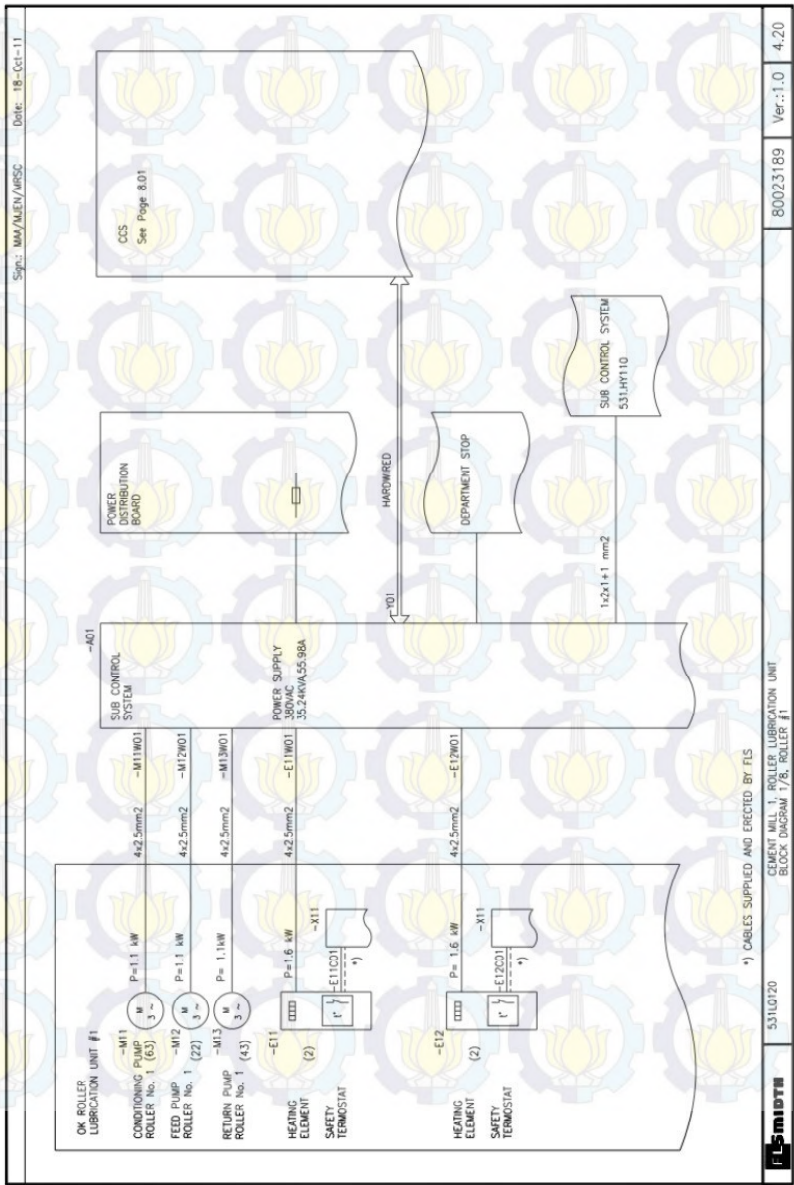


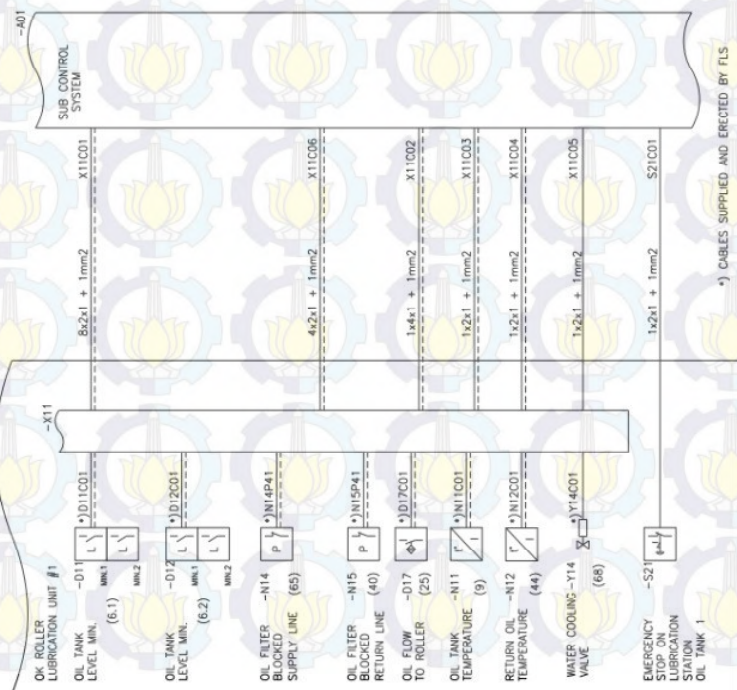


--- Halaman ini sengaja dikosongkan ---

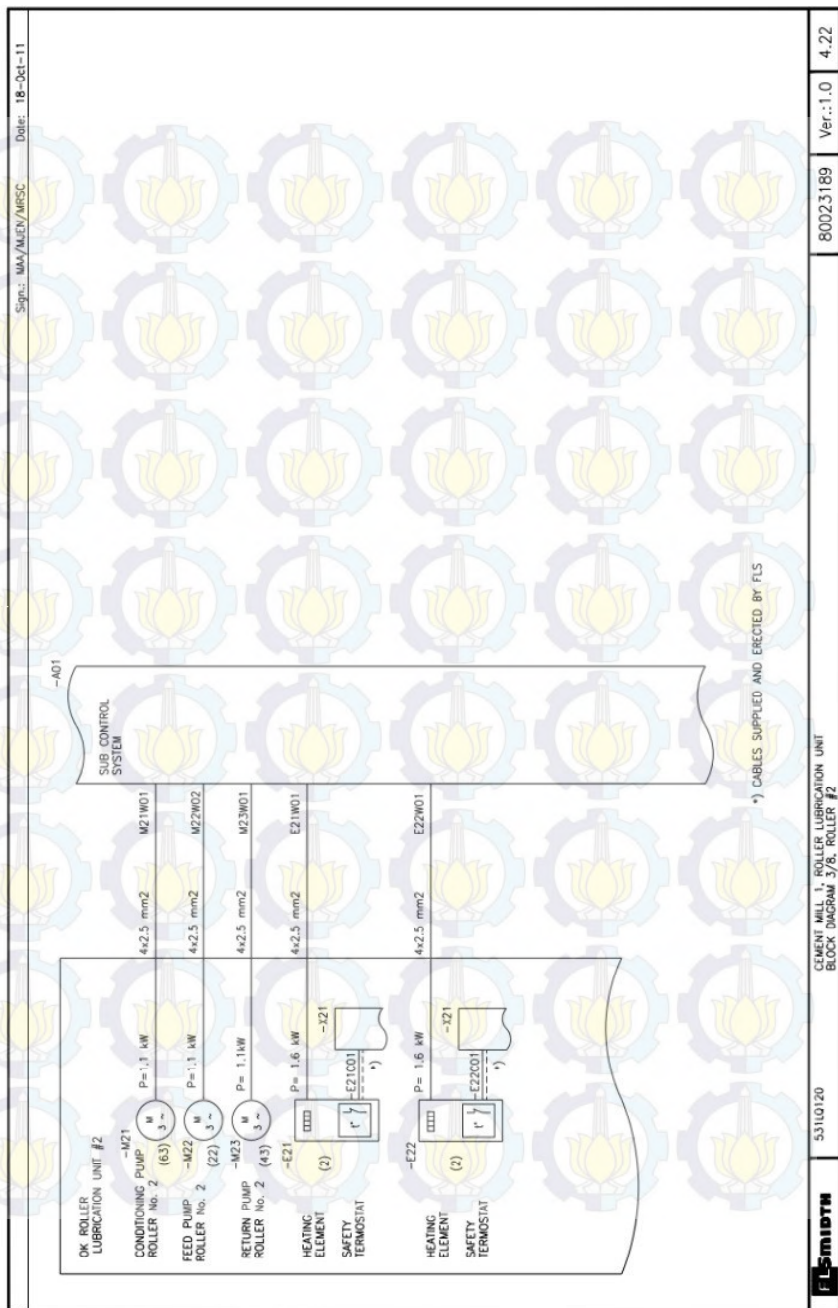
LAMPIRAN F

F.1 Block Diagram Rollers Lubrication OK Mill FLSmidth

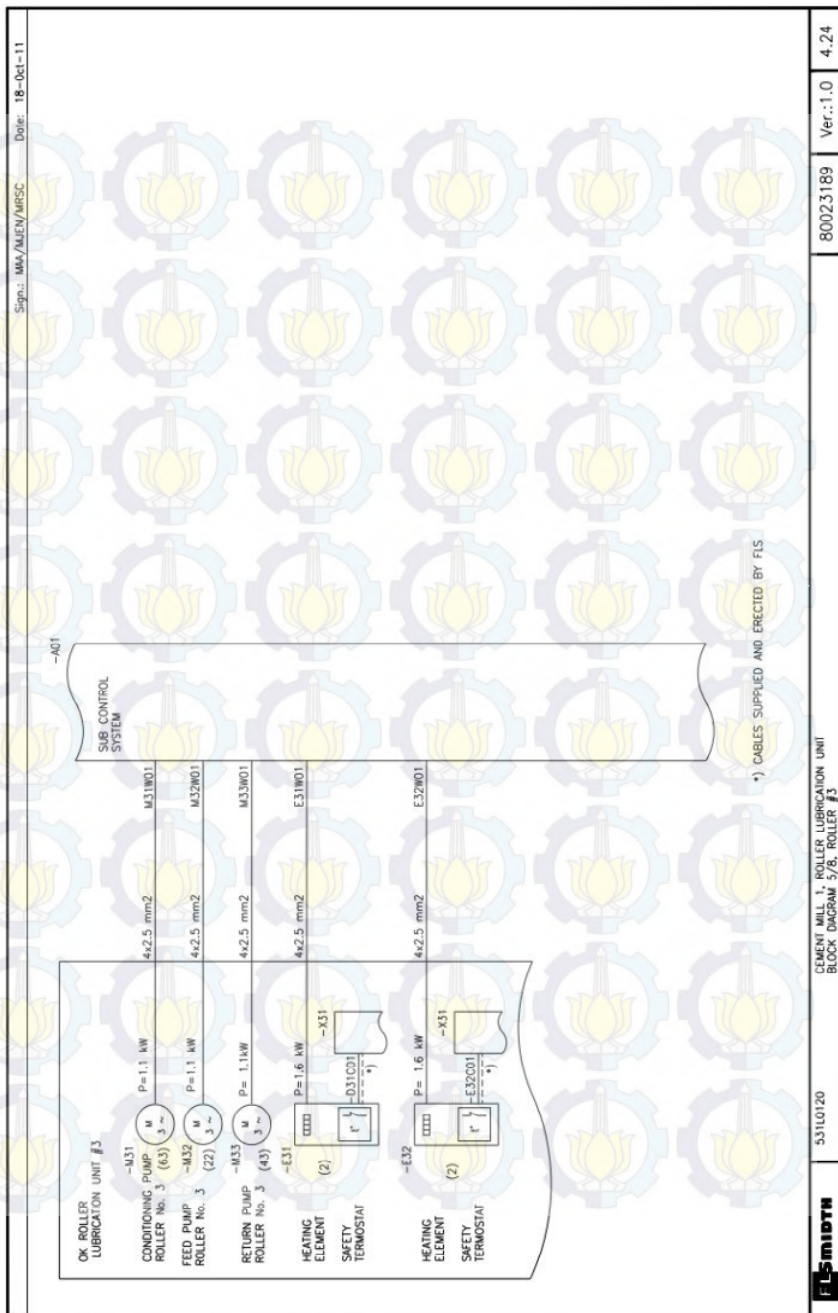




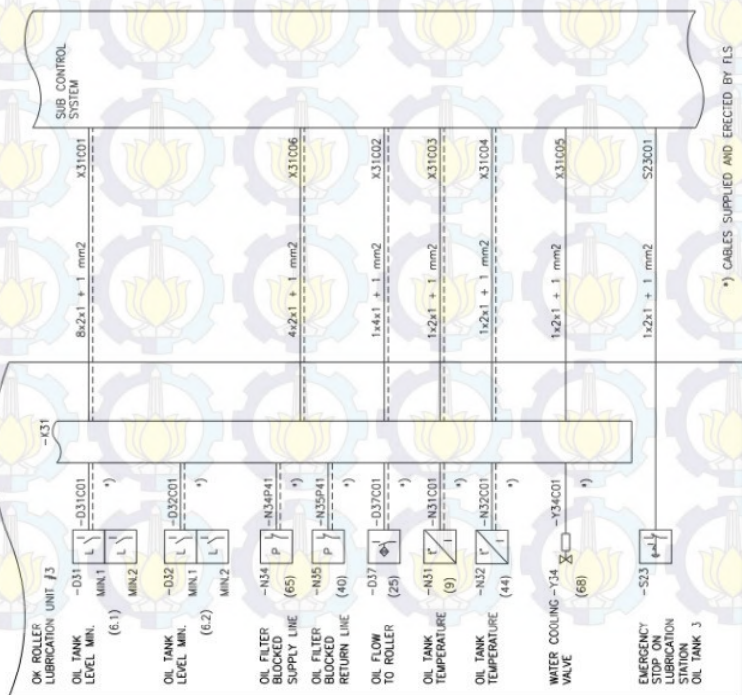












\*) CABLES SUPPLIED AND ERRECT BY FLS

CEMENT MILL 1, ROLLER LUBRICATION UNIT  
BLOCK DIAGRAM 6/8, ROLLER #3

5310720

FLSmidth

80023189

Ver.:3.0

4.25





\* CABLES SUPPLIED AND ERECTED BY FLS

CEMENT MILL 1: ROLLER LUBRICATION UNIT  
BLOCK DIAGRAM 8/8: ROLLER #4

5310120

FLSmidth

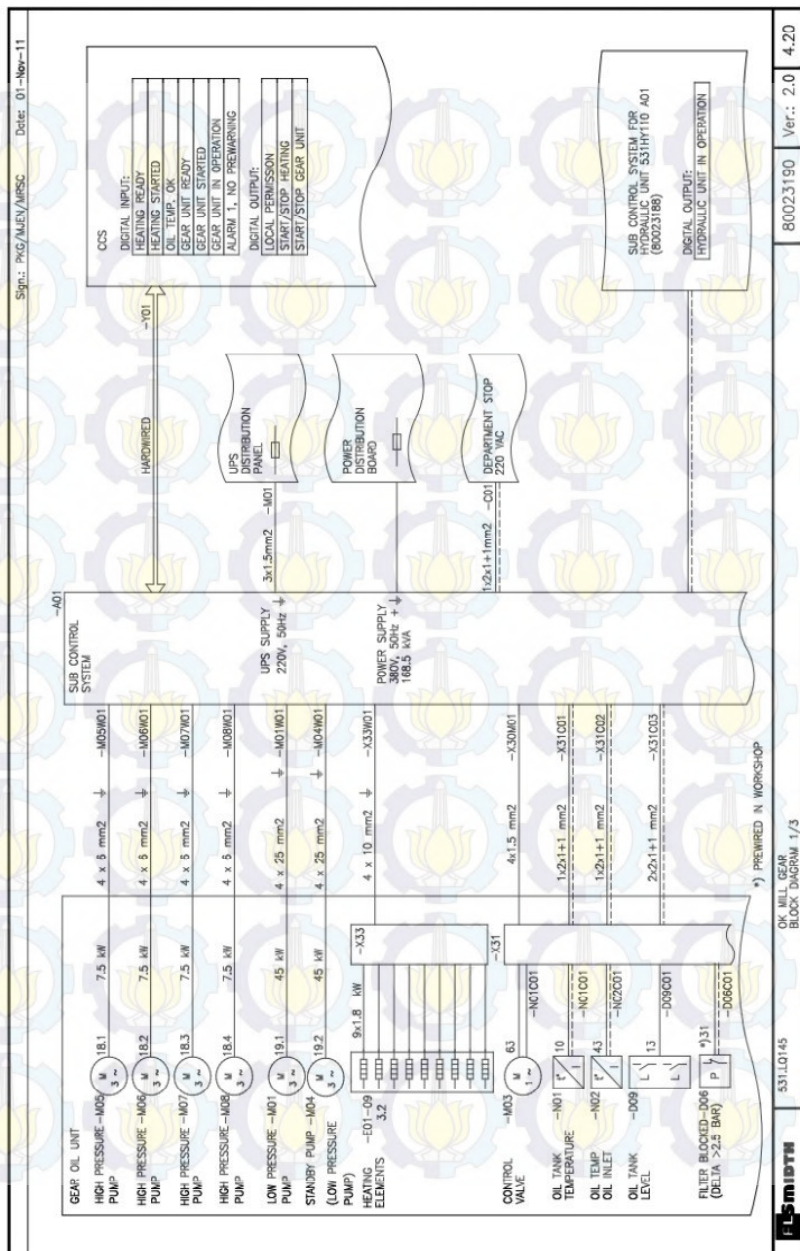
80023189

Ver.:3.0

4.27



## F.2 Block Diagram Gears Lubrication OK Mill FLSmidth

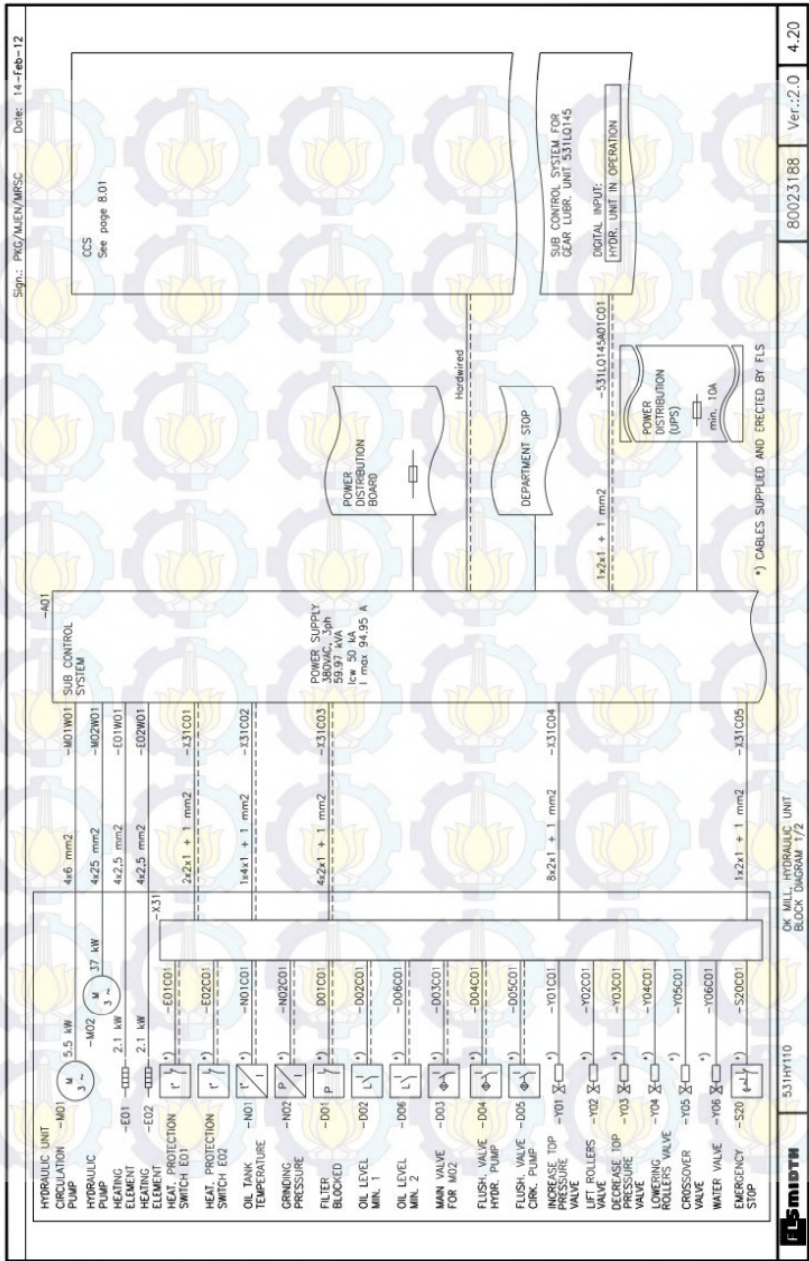


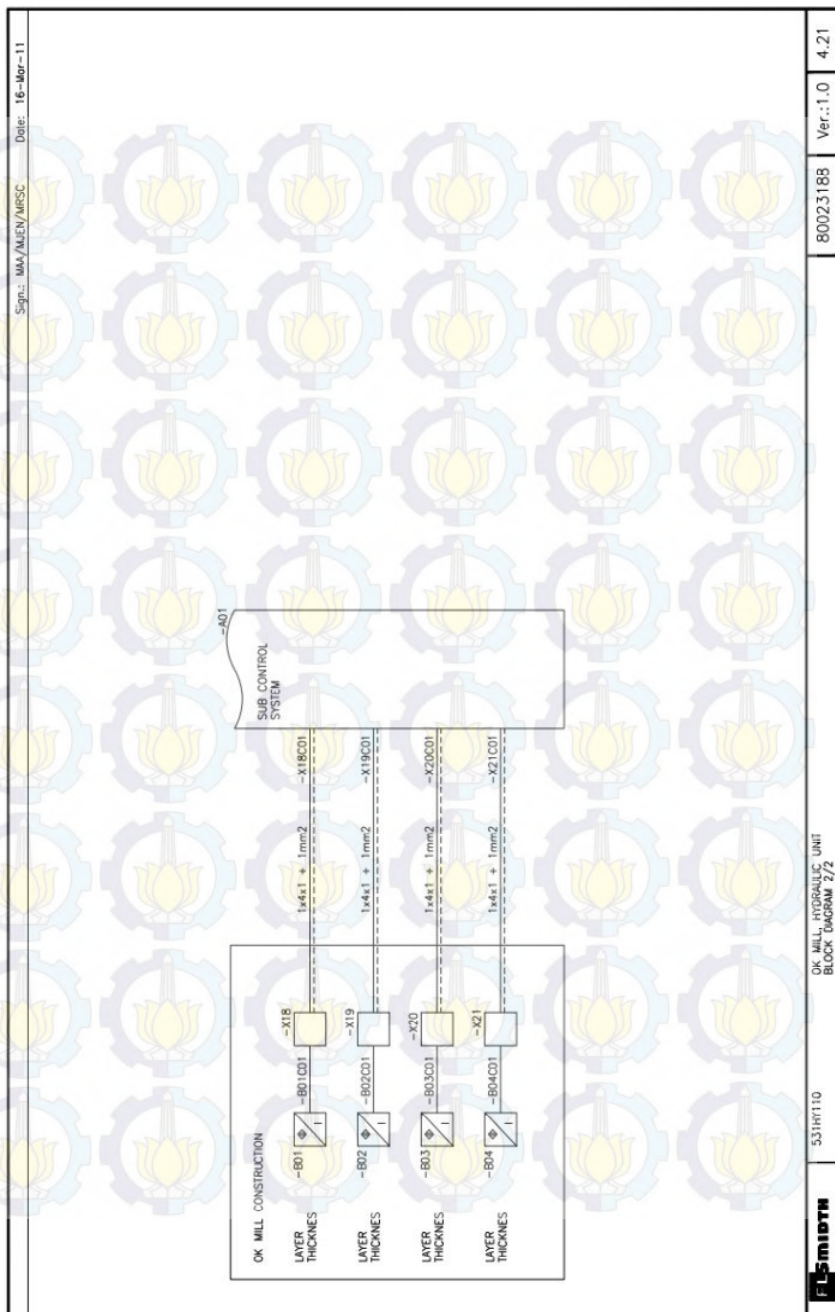






F.3 Block Diagram Hydraulics System OK Mill FLSmidth









# LAMPIRAN G

## G.1 Alarm Rollers Lubrication OK Mill FLSmith


FLSMIDTH		Sub control system type LU-OK-11 System structure and operation procedure	80023189	3.21 Ver.: 1.0
The alarms for the lubrication unit are:				
00	A2 A01X41 EMERGENCY STOP	Emergency stop has been activated.		
01	A1 A01X42 LOCAL PERMISSION OVERRIDE	Local permission is overridden from the Control Display.		
05	A2 A01X45 Data bus error	Network communication is faulty.		
08	A1 D14P41 FILTER BLOCKED SUPPLY ROLLER 1	Oil filter in Roller 1 supply line is blocked.		
09	A1 D24P41 FILTER BLOCKED SUPPLY ROLLER 2	Oil filter in Roller 2 supply line is blocked.		
10	A1 D34P41 FILTER BLOCKED SUPPLY ROLLER 3	Oil filter in Roller 3 supply line is blocked.		
11	A1 D44P41 FILTER BLOCKED SUPPLY ROLLER 4	Oil filter in Roller supply line is blocked.		
12	A1 D15P41 FILTER BLOCKED RETURN ROLLER 1	Oil filter in Roller 1 return line is blocked.		
13	A1 D25P41 FILTER BLOCKED RETURN ROLLER 2	Oil filter in Roller 2 return line is blocked.		
14	A1 D35P41 FILTER BLOCKED RETURN ROLLER 3	Oil filter in Roller 3 return line is blocked.		
15	A1 D45P41 FILTER BLOCKED RETURN ROLLER 4	Oil filter in Roller 4 return line is blocked.		
16	A1 N11T01 TEMPERATURE < MINIMUM 1 IN OIL TANK 1	The oil temperature in tank 1 is below 43 °C, and lubrication roller 1 is started.		
17	A1 N21T01 TEMPERATURE < MINIMUM 1 IN OIL TANK 2	The oil temperature in tank 2 is below 43 °C, and lubrication roller 2 is started.		
18	A1 N31T01 TEMPERATURE < MINIMUM 1 IN OIL TANK 3	The oil temperature in tank 3 is below 43 °C, and lubrication roller 3 is started.		
19	A1 N41T01 TEMPERATURE < MINIMUM 1 IN OIL TANK 4	The oil temperature in tank 4 is below 43 °C, and lubrication roller 4 is started.		
			18-Oct-11	MAA/MIEN/MRSC

- 20      **A1 D16Z41 VALVE CLOSED TANK 1**  
The main valve in front of the return pump M12 is not opened, and roller 1 is not selected.
- 21      **A1 D26Z41 VALVE CLOSED TANK 2**  
The main valve in front of the return pump M22 is not opened, and roller 2 is not selected.
- 22      **A1 D36Z41 VALVE CLOSED TANK 3**  
The main valve in front of the return pump M32 is not opened, and roller 3 is not selected.
- 23      **A1 D46Z41 VALVE CLOSED TANK 4**  
The main valve in front of the return pump M42 is not opened, and roller 4 is not selected.
- 24      **A1 N11T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 1 IN OIL TANK 1**  
The oil temperature in tank 1 is above the value entered in parameter picture.
- 25      **A1 N21T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 1 IN OIL TANK 2**  
The oil temperature in tank 2 is above the value entered in parameter picture.
- 26      **A1 N31T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 1 IN OIL TANK 3**  
The oil temperature in tank 3 is above the value entered in parameter picture.
- 27      **A1 N41T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 1 IN OIL TANK 4**  
The oil temperature in tank 4 is above the value entered in parameter picture.
- 28      **A1 E11C41 READY FAULT E11**  
The MCC for E11 is not ready and heating is not needed.
- 29      **A1 E21C41 READY FAULT E21**  
The MCC for E21 is not ready and heating is not needed.
- 30      **A1 E31C41 READY FAULT E31**  
The MCC for E31 is not ready and heating is not needed.
- 31      **A1 E41C41 READY FAULT E41**  
The MCC for E41 is not ready and heating is not needed.
- 32      **A2 N11T01 TEMPERATURE < MINIMUM 2 IN OIL TANK 1**  
The oil temperature in tank 1 is below 40 °C, and lubrication roller 1 is started.
- 33      **A2 N21T01 TEMPERATURE < MINIMUM 2 IN OIL TANK 2**  
The oil temperature in tank 1 is below 40 °C, and lubrication roller 2 is started.
- 34      **A2 N31T01 TEMPERATURE < MINIMUM 2 IN OIL TANK 3**  
The oil temperature in tank 1 is below 40 °C, and lubrication roller 3 is started.
- 35      **A2 N41T01 TEMPERATURE < MINIMUM 2 IN OIL TANK 4**  
The oil temperature in tank 4 is below 40 °C, and lubrication roller 2 is started.

<b>FLSMIDTH</b>	Sub control system type LU-OK-11 System structure and operation procedure	80023189	3.23 Ver.: 1.0
40	A2 N11T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 2 IN OIL TANK 1 The oil temperature in tank 1 is above the value entered in parameter picture.		
41	A2 N21T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 2 IN OIL TANK 2 The oil temperature in tank 2 is above the value entered in parameter picture.		
42	A2 N31T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 2 IN OIL TANK 3 The oil temperature in tank 3 is above the value entered in parameter picture.		
43	A2 N41T01 TEMPERATURE > MAXIMUM 2 IN OIL TANK 4 The oil temperature in tank 4 is above the value entered in parameter picture.		
50	A2 A01X46 NO ROLLERS SELECTED No rollers selected from parameter picture No. 9.		
52	A2 N11T01 INSTRUMENT FAULT, OIL TEMPERATURE TANK 1 A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.		
53	A2 N21T01 INSTRUMENT FAULT, OIL TEMPERATURE TANK 2 A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.		
54	A2 N31T01 INSTRUMENT FAULT, OIL TEMPERATURE TANK 3 A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.		
55	A2 N41T01 INSTRUMENT FAULT, OIL TEMPERATURE TANK 4 A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.		
56	A2 D11L41 LEVEL < MINIMUM 2 IN TANK 1 The oil level in tank 1 is below minimum 2.		
57	A2 D21L41 LEVEL < MINIMUM 2 IN TANK 2 The oil level in tank 2 is below minimum 2.		
58	A2 D31L41 LEVEL < MINIMUM 2 IN TANK 3 The oil level in tank 3 is below minimum 2.		
59	A2 D41L41 LEVEL < MINIMUM 2 IN TANK 4 The oil level in tank 4 is below minimum 2.		
60	A2 D16Z41 VALVE CLOSED TANK 1 The main valve in front of the return pump M12 is not opened, and roller 1 is selected.		
61	A2 D26Z41 VALVE CLOSED TANK 2 The main valve in front of the return pump M22 is not opened, and roller 2 is selected.		
62	A2 D36Z41 VALVE CLOSED TANK 3 The main valve in front of the return pump M32 is not opened, and roller 3 is selected.		
63	A2 D46Z41 VALVE CLOSED TANK 4 The main valve in front of the return pump M42 is not opened, and roller 4 is selected.		
		18-Oct-11	MAA/MJEN/MRSC





	Sub control system type LU-OK-11 System structure and operation procedure	80023189	3.25 Ver.: 1.0
80	A2 E11C41 READY FAULT E11 The MCC for E11 is not ready.		
81	A2 E11C61 RETURN FAULT E11 Disagreement between motor command and return signal is detected.		
82	A2 E21C41 READY FAULT E21 The MCC for E21 is not ready.		
83	A2 E21C61 RETURN FAULT E21 Disagreement between motor command and return signal is detected.		
84	A2 E31C41 READY FAULT E31 The MCC for E31 is not ready.		
85	A2 E31C61 RETURN FAULT E31 Disagreement between motor command and return signal is detected.		
86	A2 E41C41 READY FAULT E41 The MCC for E41 is not ready.		
87	A2 E41C61 RETURN FAULT E41 Disagreement between motor command and return signal is detected.		
	18-Oct-11	MAA/MJEN/MRSC	

- 96 A1 D11L42 LEVEL < MINIMUM 1 TANK 1  
The oil level in tank 1 is below minimum 1.
- 97 A1 D21L42 LEVEL < MINIMUM 1 TANK 2  
The oil level in tank 2 is below minimum 1.
- 98 A1 D31L42 LEVEL < MINIMUM 1 TANK 3  
The oil level in tank 3 is below minimum 1.
- 99 A1 D41L42 LEVEL < MINIMUM 1 TANK 4  
The oil level in tank 4 is below minimum 1.
- 108 A2 N13F01 OIL FLOW < MINIMUM TO ROLLER 1  
The oil flow in feed line has been less than 70% (to be specified in parameter picture) of minimum for more than 2 sec. (the alarm is released 10 sec. after the feed pump M11 is started).
- 109 A2 N23F01 OIL FLOW < MINIMUM TO ROLLER 2  
The oil flow in feed line has been less than 70% (to be specified in parameter picture) of minimum for more than 2 sec. (the alarm is released 10 sec. after the feed pump M21 is started).
- 110 A2 N33F01 OIL FLOW < MINIMUM TO ROLLER 3  
The oil flow in feed line has been less than 70% (to be specified in parameter picture) of minimum for more than 2 sec. (the alarm is released 10 sec. after the feed pump M31 is started).
- 111 A2 N43F01 OIL FLOW < MINIMUM TO ROLLER 4  
The oil flow in feed line has been less than 70% (to be specified in parameter picture) of minimum for more than 2 sec. (the alarm is released 10 sec. after the feed pump M41 is started).
- 112 A2 N13F01 INSTRUMENT FAULT OIL FLOW ROLLER 1  
A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.
- 113 A2 N23F01 INSTRUMENT FAULT OIL FLOW ROLLER 2  
A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.
- 114 A2 N33F01 INSTRUMENT FAULT OIL FLOW ROLLER 3  
A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.
- 115 A2 N43F01 INSTRUMENT FAULT OIL FLOW ROLLER 4  
A broken wire or instrument fault is detected. Check fuse in terminal.



## G.2 Alarm Gears Lubrication OK Mill FLSmidth

<b>FLSMIDTH</b>	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3.25 Ver.: 1.0
<b>ALARM DESCRIPTION FOR ATOX MILL GEAR UNIT</b>			
The alarms are divided in two groups:			
A1 PREWARNING			
A2 ALARMS THAT WILL STOP THE UNIT			
00	A2 A01X41 Emergency stop has been activated Alarm is set if an emergency stop is activated.		
01	A1 A01X42 local permission override If local permission override is selected in the parameter picture a prewarning will occur.		
05	A2 A01X45 Data bus error Network communication has failed.		
08	A2 D02L42 Tank level < minimum The tank level is below minimum		
09	A1 D02L41 Tank level > maximum. The level in the oil tank level is above maximum.		
19	A1 D06P41 Filter blocked LP-line The oil filter in the low pressure line is blocked, change the oil filter.		
41	A2 A01X47 Low Pressure in 4 thrust pads not placed side by side ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
42	A2 A01X48 Low Pressure in thrust pads placed in pairs ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
52	A2 N01T01 Instrument fault The analogue signal (N01T01) representing the oil tank temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
53	A2 N02T01 Instrument fault The analogue signal (N02T01) representing the oil inlet temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
54	A2 N03T01 Instrument fault The analogue signal (N03T01) representing thrust pad 1 temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
MAAG WPV 332/G		MAA/MJEN/MRSC	

<b>FLSMIDTH</b>	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3.26 Ver.: 1.0
56	A2 N05T01 Instrument fault The analogue signal (N05T01) representing the oil outlet temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
59	A2 N08P01 Instrument fault The analogue signal (N08P01) representing the pressure in LP-Line is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
66	A2 N15P01 Instrument fault The analogue signal (N15P01) representing the pressure To thrust pad 1 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
67	A2 N16P01 Instrument fault The analogue signal (N16P01) representing the pressure To thrust pad 2 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
68	A2 N17P01 Instrument fault The analogue signal (N17P01) representing the pressure To thrust pad 3 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
69	A2 N18P01 Instrument fault The analogue signal (N18P01) representing the pressure To thrust pad 4 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
70	A2 N19P01 Instrument fault The analogue signal (N19P01) representing the pressure To thrust pad 5 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
71	A2 N20P01 Instrument fault The analogue signal (N20P01) representing the pressure To thrust pad 6 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
72	A2 N21P01 Instrument fault The analogue signal (N21P01) representing the pressure To thrust pad 7 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
73	A2 N22P01 Instrument fault The analogue signal (N22P01) representing the pressure To thrust pad 8 is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
MAAG WPV 332/G		MAA/MJEN/MRSC	

G9



<b>FLSMIDTH</b>	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3.28 Ver.: 1.0
86	A2 N35T01 Instrument fault The analogue signal (N35T01) representing the bearing temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
87	A2 N36T01 Instrument fault The analogue signal (N36T01) representing the bearing temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
88	A2 N37T01 Instrument fault The analogue signal (N37T01) representing the bearing temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
89	A2 N38T01 Instrument fault The analogue signal (N38T01) representing the bearing temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
90	A2 N39T01 Instrument fault The analogue signal (N39T01) representing the bearing temperature is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
91	Optional: A2 N40V01 Instrument fault The analogue signal (N40V01) representing the vibration level is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
92	Optional: A2 N41V01 Instrument fault The analogue signal (N41V01) representing the vibration level is out of range. (Range: 3,6 - 21,2 mA) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
93	A2 N02T01 INLET TEMPERATURE > MAXIMUM 2 (T>49°C) The oil temperature in the inlet line is above 49°C *).		
94	A1 N02T01 INLET TEMPERATURE > MAXIMUM 1 (T>47°C) The oil temperature in the inlet line (low pressure) is above 47°C *).		
96	A2 N03T01 THRUST PAD 1 TEMPERATURE > MAXIMUM 2 (T>85°C) The oil temperature in thrust pad 6 is above 85°C *).		
97	A1 N03T01 THRUST PAD 1 TEMPERATURE > MAXIMUM 1 (T>75°C) The temperature in the thrust pad 6 is above 75°C *).		
MAAG WPV 332/G		MAA/MJEN/MRSC	






<b>FLSMIDTH</b>	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3.29 Ver.: 1.0
101	A2 N05T01 OUTLET TEMPERATURE > MAXIMUM 2, OUTLET The oil temperature in the outlet line is above 60°C.	(T>60°C)	
102	A1 N05T01 Outlet temperature > maximum 1 (T>=64°C) The oil temperature in the gear outlet line (Return line) is above max. 1. (T>=64°C)		
108	A2 N08P01 Oil pressure inlet >maximum 2 The oil pressure in low pressure line is above 150 bar. the alarm is delayed, i.e. the LP pump is started. ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
109	A1 N08P01 Oil pressure inlet >maximum 1 If the oil pressure is above 130 bar and the LP pump is started, a prewarning will occur.		
110	A2 N08P01 INLET PRESSURE FOR LP LINE < MINIMUM 2 The oil pressure in low pressure line is below minimum 2. he alarm is delayed, i.e. the LP pump is started.		
111	A1 N08P01 INLET PRESSURE FOR LP LINE < MINIMUM 1 If the oil pressure drops under minimum 1 and the LP pump is started, a prewarning will occur.		
121	A2 N15P01 Low oil pressure in thrust pad 1 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 1 drops below 24 Bar Setting 24 bar **). ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
122	A1 N15P01 High oil pressure in thrust pad 1 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 1 > 145 Bar. Setting 145 bar **)		
123	A2 N15P01 High oil pressure in thrust pad 1 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 1 > 155 Bar. Setting (155 bar **) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
124	A2 N16P01 Low oil pressure in thrust pad 2 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 2 drops below 24 Bar. Setting 24 bar **). ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
MAAG WPV 332/G		MAA/MJEN/MRSC	





<b>FLSMIDTH</b>	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3:31 Ver.: 1.0
134	A1 N19P01 High oil pressure in thrust pad 5 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 5 > 145 Bar. Setting 145 bar **)		
135	A2 N19P01 High oil pressure in thrust pad 5 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 5 > 155 Bar. Setting (155 bar **) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
136	A2 N20P01 Low oil pressure in thrust pad 6 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 6 drops below 24 Bar Setting 24 bar **).		
	("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
137	A1 N20P01 High oil pressure in thrust pad 6 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 6 > 145 Bar. Setting 145 bar **)		
138	A2 N20P01 High oil pressure in thrust pad 6 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 6 > 155 Bar. Setting (155 bar **) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
139	A2 N21P01 Low oil pressure in thrust pad 7 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 7 drops below 24 Bar Setting 24 bar **).		
	("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
140	A1 N21P01 High oil pressure in thrust pad 7 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 7 > 145 Bar. Setting 145 bar **)		
141	A2 N21P01 High oil pressure in thrust pad 7 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 7 > 155 Bar. Setting (155 bar **) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
142	A2 N22P01 Low oil pressure in thrust pad 8 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 8 drops below 24 Bar Setting 24 bar **).		
	("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
MAAG WPV 332/G		MAA/MJEN/MRSC	

- 143 A1 N22P01 High oil pressure in thrust pad 8  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 6 > 145 Bar. Setting 145 bar \*\*)
- 144 A2 N22P01 High oil pressure in thrust pad 8  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 8 > 155 Bar. Setting (155 bar \*\*) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 145 A2 N23P01 Low oil pressure in thrust pad 9  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 9 drops below 24 Bar Setting 24 bar \*\*) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 146 A1 N23P01 High oil pressure in thrust pad 9  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 9 > 145 Bar. Setting 145 bar \*\*)
- 147 A2 N23P01 High oil pressure in thrust pad 9  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 9 > 155 Bar. Setting (155 bar \*\*) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 148 A2 N24P01 Low oil pressure in thrust pad 10  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 10 drops below 24 Bar Setting 24 bar \*\*) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 149 A1 N24P01 High oil pressure in thrust pad 10  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 10 > 145 Bar. Setting 145 bar \*\*)
- 150 A2 N24P01 High oil pressure in thrust pad 10  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 10 > 155 Bar. Setting (155 bar \*\*) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 151 A2 N25P01 Low oil pressure in thrust pad 11  
The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 11 drops below 24 Bar Setting 24 bar \*\*) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)

<b>FLSMIDTH</b>	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3.33 Ver.: 1.0
152	A1 N25P01 High oil pressure in thrust pad 11 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 11 > 145 Bar. Setting 145 bar **)		
153	A2 N25P01 High oil pressure in thrust pad 11 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 11 > 155 Bar. Setting (155 bar **) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
154	A2 N26P01 Low oil pressure in thrust pad 12 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 12 drops below 24 Bar Setting 24 bar **). ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
155	A1 N26P01 High oil pressure in thrust pad 12 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 12 > 145 Bar. Setting 145 bar **)		
156	A2 N26P01 High oil pressure in thrust pad 12 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 12 > 155 Bar. Setting (155 bar **) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
157	A2 N27P01 Low oil pressure in thrust pad 13 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 13 drops below 24 Bar Setting 24 bar **). ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
158	A1 N27P01 High oil pressure in thrust pad 13 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 13 > 145 Bar. Setting 145 bar **)		
159	A2 N27P01 High oil pressure in thrust pad 13 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 13 > 155 Bar. Setting (155 bar **) ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
160	A2 N28P01 Low oil pressure in thrust pad 14 The hydraulic unit is in operation, and the oil pressure in thrust pads 14 drops below 24 Bar Setting 24 bar **). ("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)		
MAAG WPV 332/G	MAA/MJEN/MRSC		



- 161 A1 N28P01 High oil pressure in thrust pad 14  
The hydraulic unit is in operation, and the  
oil pressure in thrust pads 10 > 145 Bar.  
Setting 145 bar \*\*)
- 162 A2 N28P01 High oil pressure in thrust pad 14  
The hydraulic unit is in operation, and the  
oil pressure in thrust pads 14 > 155 Bar.  
Setting (155 bar \*\*) )  
("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 163 A2 N29P01 Low oil pressure in thrust pad 15  
The hydraulic unit is in operation, and the  
oil pressure in thrust pads 15 drops below  
24 Bar Setting 24 bar \*\*) .  
("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 164 A1 N29P01 High oil pressure in thrust pad 15  
The hydraulic unit is in operation, and the  
oil pressure in thrust pads 15 > 145 Bar.  
Setting 145 bar \*\*) )
- 165 A2 N29P01 High oil pressure in thrust pad 15  
The hydraulic unit is in operation, and the  
oil pressure in thrust pads 15 > 155 Bar.  
Setting (155 bar \*\*) )  
("Emergency Shutdown" if the unit has been in operation)
- 169 A2 N32T01 Bearing temp > maximum 2 (T>85°C)  
Bearing temperature in the gear is above 85°C \*)  
("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)
- 170 A1 N32T01 Bearing temp > maximum 1 (T>75°C)  
Bearing temperature in the gear is above 75°C \*)
- 171 A2 N33T01 Bearing temp > maximum 2 (T>85°C)  
Bearing temperature in the gear is above 85°C \*)  
("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)
- 172 A1 N33T01 Bearing temp > maximum 1 (T>75°C)  
Bearing temperature in the gear is above 75°C \*)
- 173 A2 N34T01 Bearing temp > maximum 2 (T>85°C)  
Bearing temperature in the gear is above 85°C \*)  
("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)
- 174 A1 N34T01 Bearing temp > maximum 1 (T>75°C)  
Bearing temperature in the gear is above 75°C \*)

FLSMIDTH	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3.35 Ver.: 1.0
175	A2 N35T01 Bearing temp >maximum 2 (T>85°C) Bearing temperature in the gear is above 85°C *) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
176	A1 N35T01 Bearing temp >maximum 1 (T>75°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *)		
177	A2 N36T01 Bearing temp >maximum 2 (T>85°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
178	A1 N36T01 Bearing temp >maximum 1 (T>75°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *)		
179	A2 N37T01 Bearing temp >maximum 2 (T>85°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
180	A1 N37T01 Bearing temp >maximum 1 (T>75°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *)		
181	A2 N38T01 Bearing temp >maximum 2 (T>85°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
182	A1 N38T01 Bearing temp >maximum 1 (T>75°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *)		
183	A2 N39T01 Bearing temp >maximum 2 (T>85°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *) ("Run Delayed Shutdown" if the unit has been in operation)		
184	A1 N39T01 Bearing temp >maximum 1 (T>75°C) Bearing temperature in the gear is above 75°C *)		
185	A1 N40V01 Vibration Level >maximum 1 Vibration Level in gear X-Axis is above 4,5 mm/s **)		
186	A2 N40V01 Vibration Level >maximum 2 Vibration Level in gear X-Axis is above 7 mm/s **)		
187	A1 N41V01 Vibration Level >maximum 1 Vibration Level in gear X-Axis is above 4,5 mm/s **)		
188	A2 N41V01 Vibration Level >maximum 2 Vibration Level in gear X-Axis is above 7 mm/s **)		
189	A2 M01C41 Ready Fault M01 Missing ready signal from M01.		
MAAG WPV 332/G			MAA/MJEN/MRSC

- 190 A2 M01C61 Return Fault M01  
Missing agreement between motor command  
and return signal.
- 197 A2 M03C41 Ready fault M03  
Missing ready signal from M03.
- 198 A2 M03C61 Return fault M03  
Missing agreement between motor command  
and return signal.
- 201 A2 M04C41 Ready fault M04  
Missing ready signal from M04.
- 202 A2 M04C61 Return fault M04  
Missing agreement between motor command  
and return signal.
- 205 A2 M05C41 Ready fault M05  
Missing ready signal from M05.
- 206 A2 M05C61 Return fault M05  
Missing agreement between motor command  
and return signal.
- 209 A2 M06C41 Ready fault M06  
Missing ready signal from M06.
- 210 A2 M06C61 Return fault M06  
Missing agreement between motor command  
and return signal.
- 213 A2 M11C41 Ready fault M11  
Missing ready signal from M11.
- 214 A2 M11C61 Return fault M11  
Missing agreement between motor command  
and return signal.
- 220 A1 E01C41 Ready Fault E01  
Missing ready signal from E01.
- 221 A1 E01C61 Return Fault E01  
Missing agreement between command  
and return signal.
- 222 A2 E01C41 Ready Fault E01  
Missing ready signal from E01.  
(Heating needed)



<b>FLSMIDTH</b>	Sub Control System System structure and operation procedure	80023190	3.37 Ver.: 1.0
223	A2 E01C61 Retyrn Fault E01 Missing agreement between motor command and return signal. (Heating needed)		
225	A1 E01T41 Kontaktor Fault		
<hr/>			
*) The alarm limit can be changed from parameter picture No.4			
**) The alarm limit can be changed from parameter picture No.1			

### G.3 Alarm Hydraulics System OK Mill FLSmidth

<b>FLSMIDTH</b>	Sub control system type HY-OK-10 System structure and operation procedure	80025259	3.24 Ver.: 1.0
<p>The alarms for the Hydraulic Unit are:</p> <p>00 A2 A01X41 EMERGENCY STOP Alarm is set if an emergency stop is activated.</p> <p>01 A1 A01X42 LOCAL PERMISSION OVERRIDE The local permission override is selected in the parameter picture.</p> <p>05 A2 A01X45 DATA BUS ERROR Network communication has failed.</p> <p>06 A1 M01C41 CIRCULATION PUMP STOPPED Circulation pump is stopped from the control panel, for filter change.</p> <p>07 A1 D02L41 TANK LEVEL &lt; MINIMUM 1 The tank level has dropped below range.</p> <p>08 A1 D01P41 FILTER BLOCKED The filter is blocked, change the filter.</p> <p>09 A1 A01X45 EMPTY/FILL OIL TANK Emptying or filling of oil tank is selected from the control panel.</p> <p>10 A1 S05C41 Panel Doors open Panel doors open for more than 30 min. In CCS mode</p> <p>11 A1 N02P01 GRINDING PRESSURE &lt; MINIMUM 1 The hydraulic pressure is still below minimum, even the hydraulic pump has been in operation for 20 seconds.</p> <p>12 A1 N02P01 GRINDING PRESSURE &gt; MAXIMUM 1 The hydraulic pressure is above maximum.</p> <p>14 A1 N01T01 OIL TANK TEMPERATURE &gt; MAXIMUM 1 (&gt;55°C) The oil tank temperature is above 55°C.</p> <p>15 A1 N01T01 OIL TANK TEMPERATURE &lt; MINIMUM 3 (&lt;5°C) The oil tank temperature is below 5°C.</p> <p>16 A1 N01T01 OIL TANK TEMPERATURE &lt; MINIMUM 1 (&lt;17°C) The oil tank temperature is below 17°C, and the hydraulic system is started.</p> <p>20 A1 E01C41 READY FAULT E01 The temperature in the oil tank is above control range (40°C) and the ready signal from E01 is missing.</p> <p>21 A1 E01C61 RETURN FAULT E01 The temperature in the oil tank is above control range (40°C) and the agreement between command and return signal is missing.</p> <p>30 A2 D03Z41 INLET VALVE TO M02 CLOSED The main oil valve is closed.</p>			
		24-Nov-11	MAA/TOMH/MRSC

<b>FLSMIDTH</b>	Sub control system type HY-OK-10 System structure and operation procedure	80025259	3.25 Ver. 1.0
<p>31 A2 M01C41 TIME OUT FOR CIRCULATION PUMP STOPPED The circulation pump has been stopped for more than 1 hour for changing filter (during normal operation of the lubrication system).</p> <p>32 A2 N01P01 TIME OUT FOR PRESSURE CONTROL The pressure has been outside limit for 5 minutes.</p> <p>34 A2 D06L41 TANK LEVEL &lt; MINIMUM 2 The oil level is below minimum 2.</p> <p>36 A2 N01T01 OIL TANK TEMPERATURE &gt; MAXIMUM 2 (&gt;60°C) The oil tank temperature is above 60°C.</p> <p>37 A2 N01T01 OIL TANK TEMPERATURE &lt; MINIMUM 4 (&lt;1°C) The oil tank temperature is below 1°C.</p> <p>38 A2 N01T01 OIL TANK TEMPERATURE &lt; MINIMUM 2 (&lt;15°C) The hydraulic system is started and the oil tank temperature drops below 15°C.</p> <p>40 A2 N02P01 GRINDING PRESSURE &lt; MINIMUM 2 The hydraulic pump has been in operation for 20 seconds, but the pressure is still below minimum 2.</p> <p>43 A2 D04Z41 VALVE OPEN WHEN FLUSHING The flushing valve for the hydraulic block is open during flushing.</p> <p>44 A2 D04Z41 VALVE CLOSED WHEN GRINDING The flushing valve for the hydraulic block is closed during grinding.</p> <p>45 A2 D05Z41 VALVE CLOSED WHEN FLUSHING The flushing valve for the circulation line is closed during flushing.</p> <p>46 A2 D05Z41 VALVE OPEN WHEN GRINDING The flushing valve for the circulation line is open during grinding.</p> <p>50 A2 M01C41 READY FAULT M01 The ready signal from the motor starter is missing. Check circuit breaker.</p> <p>51 A2 M01C61 RETURN FAULT M01 Disagreement detected between motor command and return signal.</p> <p>53 A2 M02C41 READY FAULT M02 The ready signal from the motor starter is missing. Check circuit breaker.</p> <p>54 A2 M02C61 RETURN FAULT M02 Disagreement detected between motor command and return signal.</p> <p>56 A2 E01C41 READY FAULT E01 The temperature in the oil tank is below control limit (40°C), and the ready signal from the motor starter is missing. Check circuit breaker.</p>			
		24-Nov-11	MAA/TOMH/MRSC



<b>FLSMIDTH</b>	Sub control system type HY-OK-10 System structure and operation procedure	80025259	3.26 Ver.: 1.0
<p>57 A2 E01C61 RETURN FAULT E01 The temperature in the oil tank is below control limit (40°C), and a disagreement between command and return signal is detected.</p> <p>60 A2 A01X46 NO ROLLERS SELECTED No rollers selected from parameter picture 12.</p> <p>62 A2 N01T01 INSTRUMENT FAULT, OIL TANK TEMPERATURE The analogue signal representing the temperature N01T01 is out of range (4-20mA <math>\pm</math> 10%). Check fuse in terminal.</p> <p>63 A2 N02P01 INSTRUMENT FAULT, GRINDING PRESSURE The analogue signal representing the pressure N02P01 is out of range (4-20mA <math>\pm</math> 10%). Check fuse in terminal.</p> <p>64 A2 B01L01 INSTRUMENT FAULT, LAYER THICKNES ROLLER 1 The analogue signal representing the signal B01L01 is out of range (4-20mA <math>\pm</math> 10%). Check fuse in terminal.</p> <p>65 A2 B02L01 INSTRUMENT FAULT, LAYER THICKNES ROLLER 2 The analogue signal representing the signal B01L01 is out of range (4-20mA <math>\pm</math> 10%). Check fuse in terminal.</p> <p>66 A2 B03L01 INSTRUMENT FAULT, LAYER THICKNES ROLLER 3 The analogue signal representing the signal B01L01 is out of range (4-20mA <math>\pm</math> 10%). Check fuse in terminal.</p> <p>67 A2 B04L01 INSTRUMENT FAULT, LAYER THICKNES ROLLER 4 The analogue signal representing the signal B01L01 is out of range (4-20mA <math>\pm</math> 10%). Check fuse in terminal.</p>			
		24-Nov-11	MAA/TOMH/MRSC

## RIWAYAT HIDUP



Deby Helma Putra Hasyim dilahirkan pada tanggal 18 Desember 1993 dan merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis memulai pendidikan dasar di SDN 3 Ngadisuko, kemudian melanjutkan studi di Madrasah Tsanawiyah Model Trenggalek. Pada tahun 2009 hingga 2012, Penulis terdaftar sebagai siswa SMA Negeri 2 Kediri. Tahun 2012, Penulis melanjutkan studi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, Jurusan Teknik Elektro-FTI. Di

Jurusan Teknik Elektro memilih bidang studi Teknik Sistem Pengaturan untuk ditekuni. Pada bulan Januari 2016, mengikuti seminar dan ujian Tugas Akhir sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Strata Sarjana Teknik (S1). Penulis terbuka untuk berdiskusi terkait penelitian melalui email: [debyhelma@ymail.com](mailto:debyhelma@ymail.com).

